

CAPSULA



ESPACIAL

Revista digital de astronáutica y espacio
Nº 42 - 2019

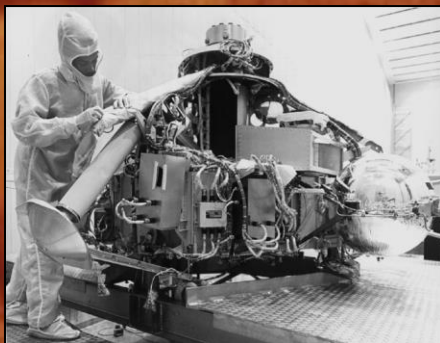
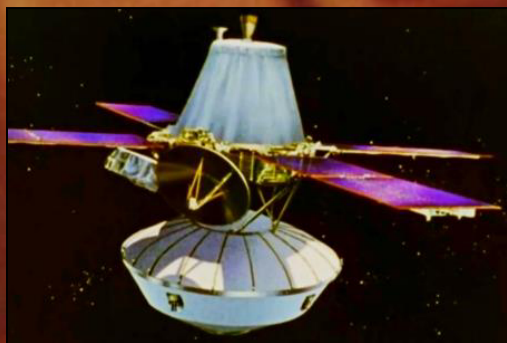
Misiones Viking

Ideas iniciales

Lander

Operaciones en la superficie

Experimentos biológicos



Estimados lectores

Un nuevo número de Cápsula Espacial, aquí se trata la historia de las primeras naves posadas en nuestro vecino planeta rojo, Marte, dos misiones Viking-1 y Viking-2, llevando orbitadores y landers, una proeza para la época (1976), cumpliendo con los objetivos de descubrimientos, estudios desde la órbita como también desde la misma superficie y cumpliendo con experimentos científicos y biológicos de forma satisfactoria jamás hechos en otro planeta, disfrutemos aquí, de las Misiones Viking.

Muchas gracias

Biagi, Juan

Contacto



<https://capsula-espacial.blogspot.com>



https://www.instagram.com/capsula_espacial/



r.capsula.espacial@gmail.com

Portada: Lander Viking-1 posado en Chryse Planitia con excavaciones en suelo marciano.



Contenido

Una nueva era espacial

Ideas iniciales

Navegación y comunicación

Lander

Cámaras

Esterilización de las naves

Lugares de amartizaje

Cohete portador y lanzamiento

Recepción de datos

Instrumentos científicos

Observaciones de los orbiters Viking

Operación de reentrada atmosférica y primera foto

Viking-1 - Chryse Planitia

Viking-2 - Utopía Planitia

Experimentos biológicos

Una nueva era espacial

Las observaciones astronómicas terrestres permitieron comprender muchas de las características climáticas del planeta, sin embargo, cualquiera que sea el éxito de las observaciones terrestres, no podían permitirnos sacar conclusiones específicas sobre las características fisicoquímicas de la superficie de este planeta, sólo es posible con las observaciones hechas con la ayuda de naves espaciales.

La era espacial en los estudios sobre Marte comenzó el 1-11-1962, cuando la URSS lanzó la estación automática Mars-1 el 15-07-1965, a una distancia de 10000 Km, sobrevoló la nave norteamericana Mariner-4, enviando a la Tierra las primeras imágenes de su superficie, vuelos a Marte de estaciones soviéticas y estadounidenses como las Mars y Mariner hicieron posible obtener información valiosa sobre las características físicas y químicas de este planeta, en las imágenes de la superficie marciana que se transmitían a la Tierra, eran visibles numerosos cráteres, una pequeña parte probablemente de origen volcánico, sin embargo, las áreas cubiertas por los cráteres no eran el tipo predominante de la superficie marciana, una parte significativa del hemisferio N de Marte se descubrió que estaba ocupada por llanuras con un relieve suave, el detalle más asombroso de la superficie marciana eran numerosas formaciones, similares a los lechos secos de los ríos terrestres, el hecho es que con la temperatura y la presión existentes en Marte, el agua en forma líquida debe estar completamente ausente allí, la presión atmosférica en Marte cerca de la superficie es 200 veces menor que en la Tierra, y en promedio es de 5-7 mbar, a esta presión, el agua inmediatamente del estado sólido pasa a gaseoso (a una temperatura de aproximadamente 0 °C) y viceversa.

El clima en Marte es muy frío y en el hemisferio S la temperatura diaria promedio es menor, las regiones de la noche polar en el hemisferio S tienen la temperatura más baja en Marte -140 °C y las diferencias de temperatura diarias son grandes (hasta -80 °C a la latitud de 20° en el hemisferio N) todos estos datos indican que el agua líquida podría estar presente en Marte sólo en pequeñas o nulas cantidades, podría ser que en el pasado marciano, en una época geológicamente remota, haya habido una catástrofe climática provocando una pérdida de partículas de agua en la zona más densa de su atmósfera, precipitándose en forma de lluvias hacia la superficie, esto, asociado a la inclinación del eje de rotación del planeta, la fusión intensa del casquete polar podría conducir a la aparición de corrientes de agua extensas.

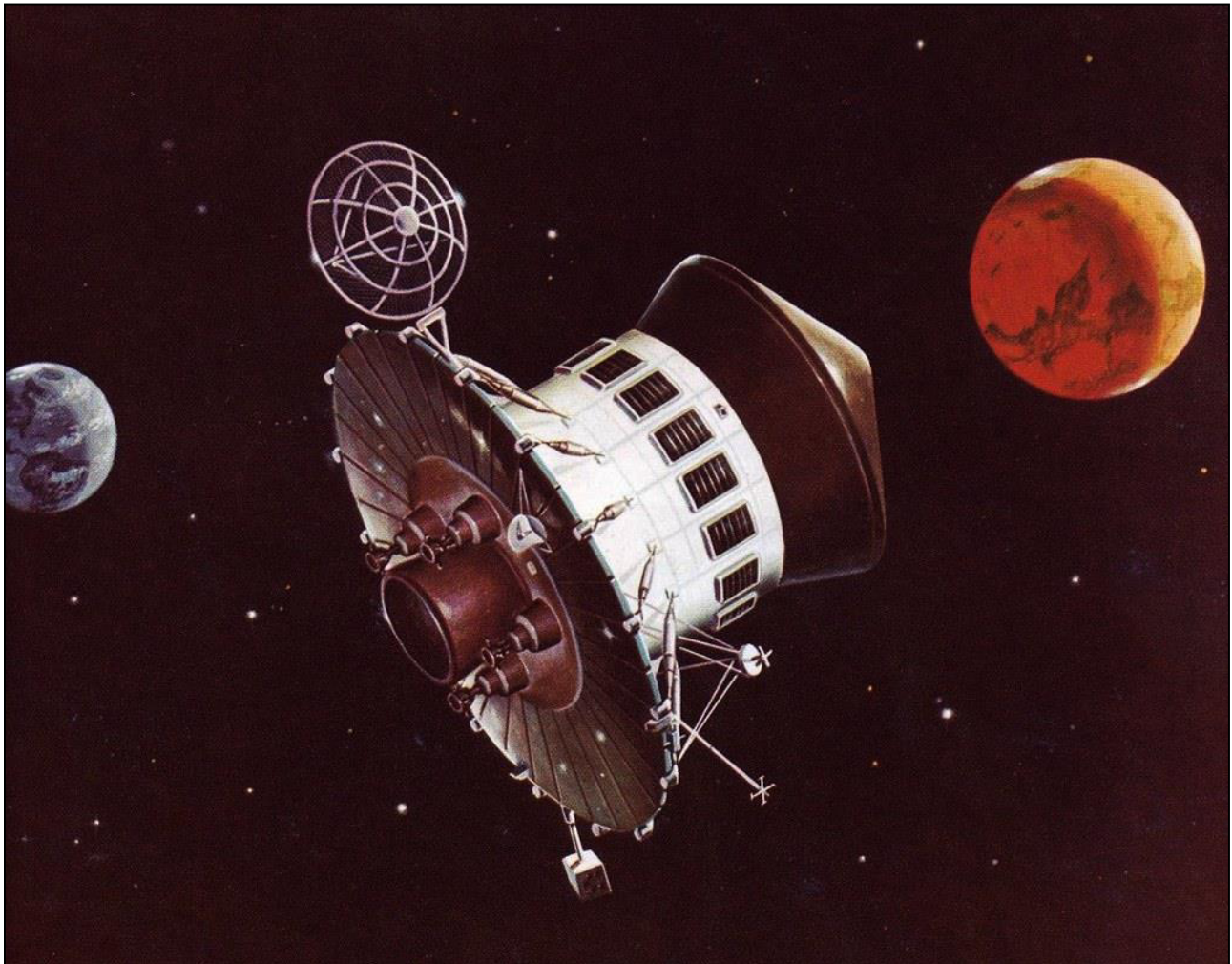
Actualmente la atmósfera de Marte consiste en dióxido de Carbono (95%), Nitrógeno (2-3%), Argón (1-2%), Oxígeno (0,1-0,4%), monóxido de Carbono (0,16%), Ozono (0,03%) y otros elementos, incluyendo vapor de agua, cuyo contenido varía mucho debido a su interacción con la superficie, también es importante señalar que la atmósfera muy enrarecida y el campo magnético muy débil de Marte no interfieren con un gran flujo de radiación incidente en la superficie.



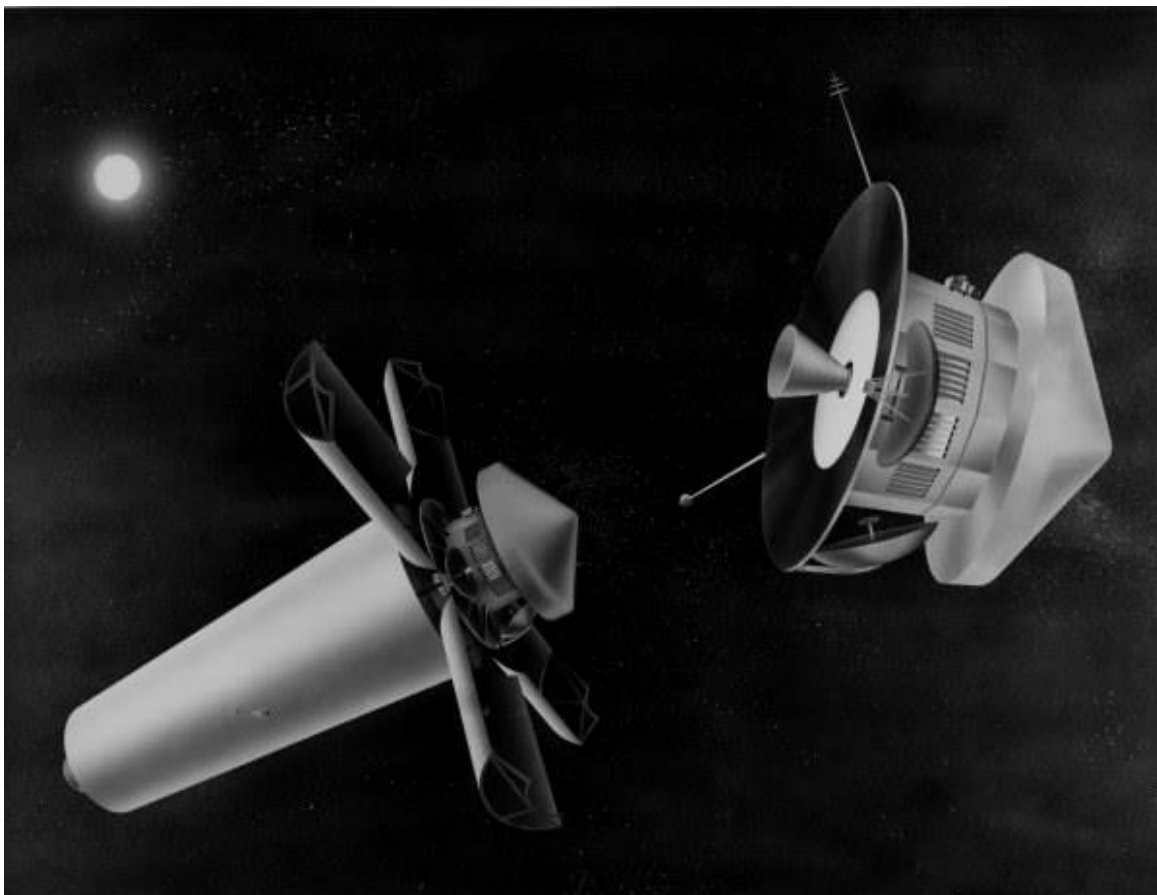
Ideas iniciales

El programa Viking creció a partir de un proyecto anterior denominado Voyager-Mars, aún más ambicioso, siendo una serie de sondas no tripuladas al planeta Marte, planificadas como parte del Programa de Aplicaciones Apollo (AAP) entre 1966/68, programándose su lanzamiento en 1974/75, se utilizaría una variante del Módulo de Comando Apollo sobre un cohete Saturn-IB con una etapa superior Centaur para un aterrizaje en forma directa en la superficie marciana, cuando la sonda Mariner 4 en 1965 descubrió que el planeta tenía una atmósfera tenue, la misión cambió para tener un orbitador y un módulo de aterrizaje con un peso total de 12 tn, esto requería el uso de un cohete Saturno-V para lanzar dos sondas a la vez (el orbitador habría sido una sonda Mariner modificada idéntica a la empleada para Mariner 8 y Mariner 9) y los landers habrían sido sondas lunares Surveyor modificadas para el uso de proyectiles aerodinámicos y una combinación de sistemas de aterrizaje de paracaídas y retrocohetes.

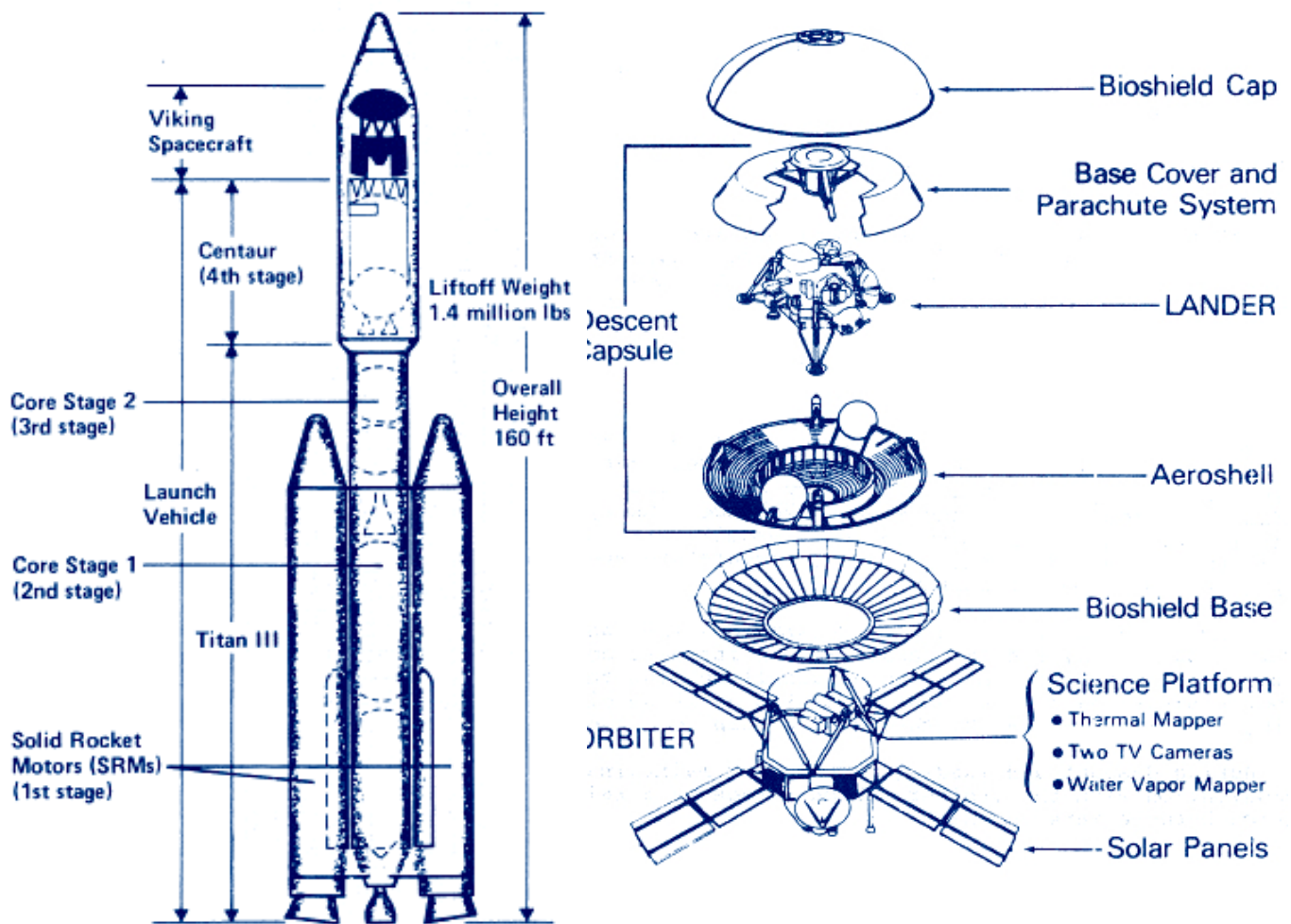
Las primeras misiones Voyager-Mars tendrían lugar en 1973, un módulo de aterrizaje sería enviado con el objetivo de la búsqueda de vida y la observación de cambios en el lugar de aterrizaje durante varios días, el orbitador observaría cambios estacionales en una escala planetaria por meses, los orbitadores y aterrizadores dependerían de los generadores termoeléctricos de radioisótopos (RTG) para generar electricidad, esto les permitiría sobrevivir durante un año marciano, el tiempo suficiente para observar cambios estacionales en sus sitios de aterrizaje, dentro del programa, también existían misiones en los años 1977/1979, estas llevarían un explorador de la superficie de Marte desplegado en un módulo de aterrizaje y experimentos biológicos.



Las combinaciones gemelas Voyager-Mars lander/orbitador se apilarían sobre la 3^o etapa S-IVB a bordo del cohete Saturn-V, dentro de una cubierta protectora de lanzamiento, durante la fase de crucero interplanetario de meses, las Voyager-Mars girarían sus paneles solares montados en forma de anillo hacia el Sol para ubicarse en caminos precisos a Marte, debido a que las naves realizarían correcciones de rumbo en diferentes momentos, llegarían a Marte con una separación de hasta 10 días; a medida que se acercaran a Marte, cada nave dispararía su motor cohete principal para reducir la velocidad y ser capturada por la gravedad del planeta, colocándola en una órbita elíptica, la órbita más baja estaría alrededor de 1130 Km sobre el planeta, mientras que la órbita más alta ocurriría más allá de la órbita de la luna marciana Deimos, el motor principal de estas naves sería un motor de descenso del Módulo Lunar Apollo modificado, el sistema de propulsión completo pesaría 6,5 tn; luego de la inserción en la órbita, los instrumentos del Orbiter se girarían hacia el planeta con el objetivo de obtener imágenes de los posibles sitios de aterrizaje, el lander (de 2,5 tn) se separaría del orbitador más allá de Deimos, entraría en la atmósfera marciana a una velocidad de 17500 Km/h; el frenado aerodinámico con el protector térmico cónico reduciría la velocidad a 430 Km/h, cuando el lander estuviera a 4,5 Km de la superficie, el escudo térmico se expulsaría, se dispararían los motores de descenso y desplegaría un paracaídas; durante el descenso la nave tomaría imágenes de la superficie y recolectaría datos atmosféricos, luego al descender lentamente sus motores de descenso se apagarían; durante varios días, buscaría agua y vida, mediría la radiación cósmica y solar y estudiaría la atmósfera, el orbitador se utilizaría para mapear la superficie en detalle y determinar su composición, buscar cambios en la superficie y medir la radiación solar y cósmica, también actuaría como un satélite meteorológico marciano, usando su motor principal para cambiar la órbita varias veces durante su vida útil operativa de dos años, permitiría un estudio detallado de Marte, la financiación para el programa se recortó en 1968 y la misión misma se canceló por completo en 1971, principalmente debido a que lanzar ambas sondas en un solo cohete era a la vez arriesgado y costoso.



A pesar de la cancelación, la planificación y el desarrollo del programa Voyager-Mars, a mediados de la década de 1970 se llevaría a cabo un nuevo programa más barato y simple (usando el mismo diseño Mariner para el orbitador, con un lander de tamaño pequeño y con un laboratorio de microbiología) el nuevo programa de naves a Marte pasaría a llamarse Viking, los objetivos principales de los dos orbitadores Viking eran transportar los aterrizadores (lander), realizar reconocimientos para localizar y certificar sitios de amortiguaje, actuar como transmisores de comunicaciones para los lander y realizar sus propias investigaciones científicas, cada orbitador (basado en la nave espacial Mariner-9) de forma octagonal de aproximadamente 2,5 m de ancho; el conjunto orbitador/lander tenía un peso de 3,5 tn; después de la separación, el lander tenía un peso de aproximadamente 600 Kg y el orbitador de 900 Kg, el peso total al lanzamiento fue de 2,3 tn; de los cuales 1445 Kg fueron propulsores y el gas de control de actitud, su altura total era de 3,29 m desde los puntos de conexión del lander en la parte inferior hasta los puntos de conexión en la parte superior del cohete portador; tenía 16 compartimentos modulares, tres en cada una de las cuatro caras largas y uno en cada cara corta, 4 paneles solares se extendían desde el eje del orbitador, con una distancia total de los dos paneles solares opuestos de 9,75 m, las naves Viking fueron diseñadas para trabajar durante 2 años, se planificó que cada uno de los experimentos se repitiera 30 veces en un año, con un ciclo completo de experimentos calculado para 8,5 días marcianos.

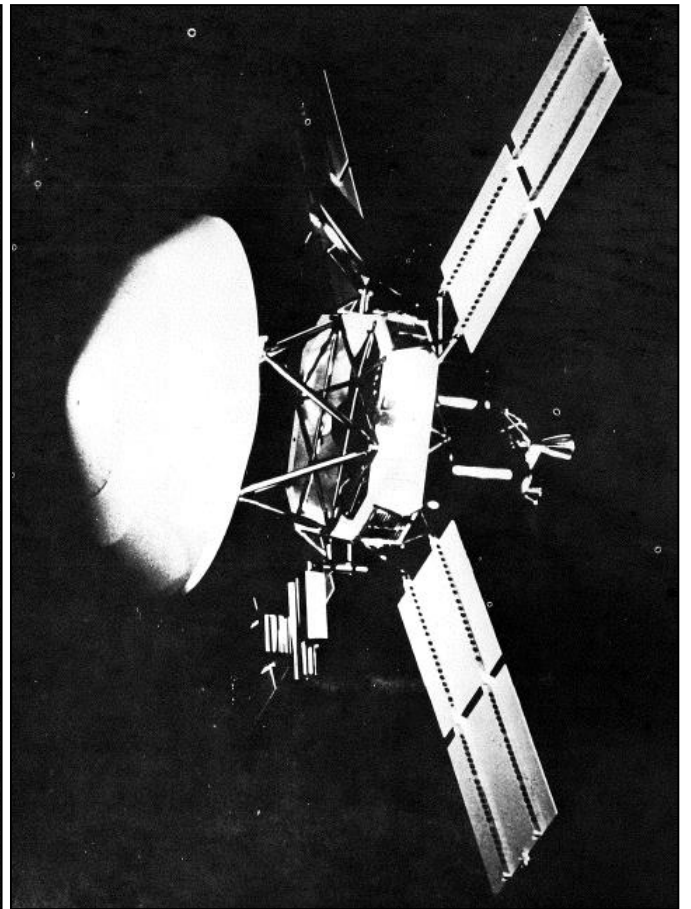
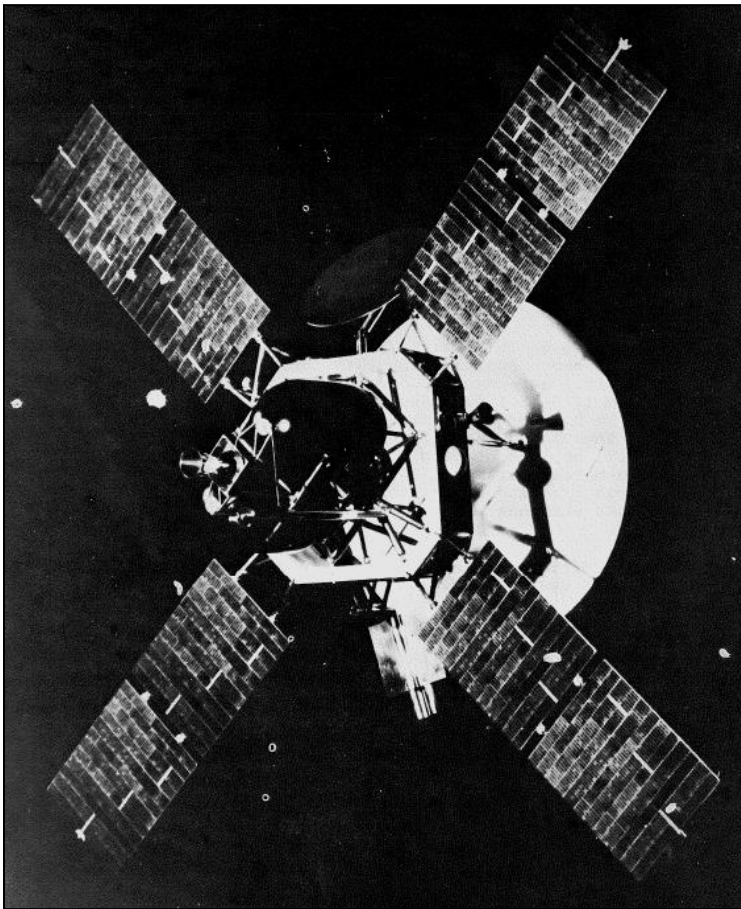


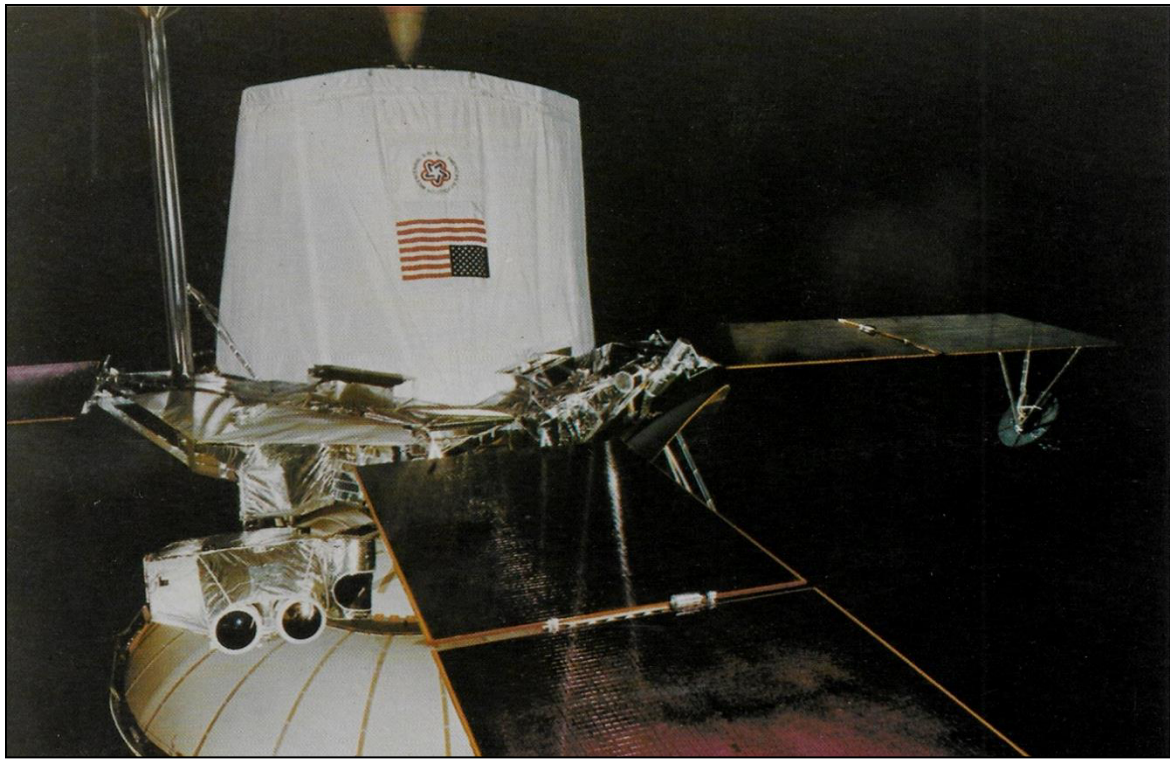
Navegación y comunicación

Un sensor solar de adquisición, un sensor solar de crucero, un rastreador de estrellas y una unidad de referencia inercial que constaba de 6 giroscopios permitieron la estabilización de tres ejes, llevaba también 2 acelerómetros.

Las comunicaciones se realizaban a través de un transmisor en Banda S (2,3 GHz) y 2 transmisores de 20W, un transmisor en Banda X de enlace descendente se añadió para llevar a cabo experimentos de comunicaciones, el enlace ascendente se realizaba a través de un transmisor en Banda S (2,1 GHz) llevaba una antena parabólica con un diámetro de 1,5 m en un borde de la base del orbitador y una antena fija de baja ganancia en la parte superior, dos grabadoras eran capaces de almacenar 1280 Mb de datos, también una radio de retransmisión de 381 MHz .

La potencia de las dos naves orbitales fue proporcionada por ocho paneles solares de 1,57x1,23 m, estos paneles solares comprendían un total de 34800 células solares y producían 620 W de potencia, también, parte de su poder se almacenó en dos baterías de Ni-Cd de 30 Ah que proporcionaron energía cuando la nave espacial no estaba mirando al Sol, maniobras de corrección y ocultación de Marte, el área combinada de los cuatro paneles solares era de 15 m² y proporcionaban energía de corriente continua regulada y no regulada (proporcionaba energía no regulada al transmisor de radio y al lander).





Viking Orbiter

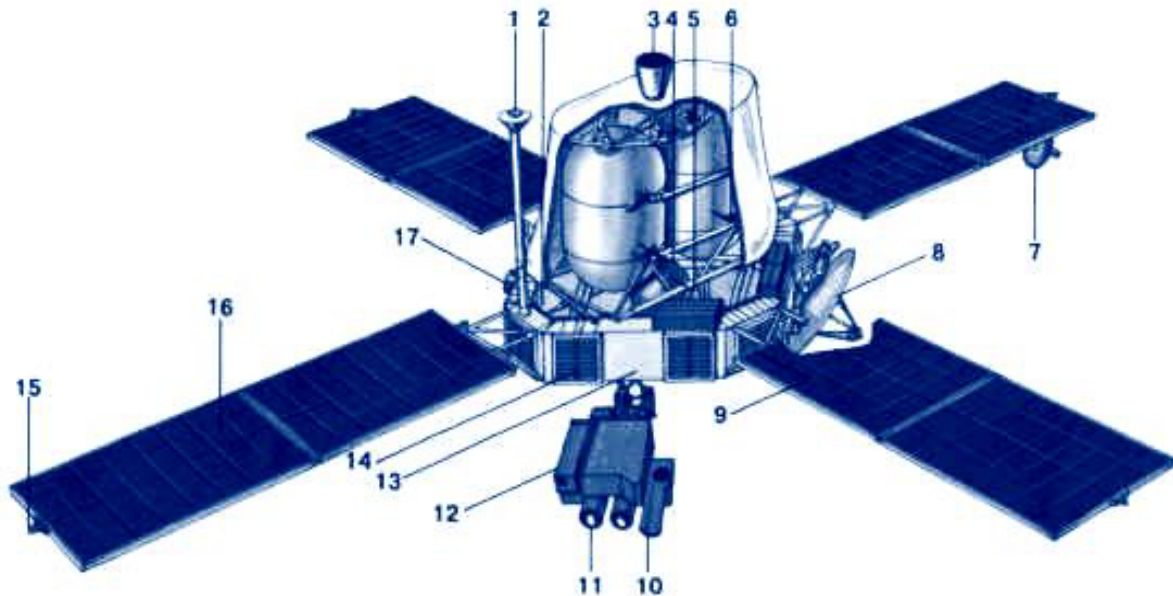
- 1 Antenna in banda S a basso guadagno
- 2 Sensore di luce parassita
- 3 Motore di propulsione dell'Orbiter (136 kg di spinta orientabile)
- 4 Serbatoio del carburante (monometilidrazina)

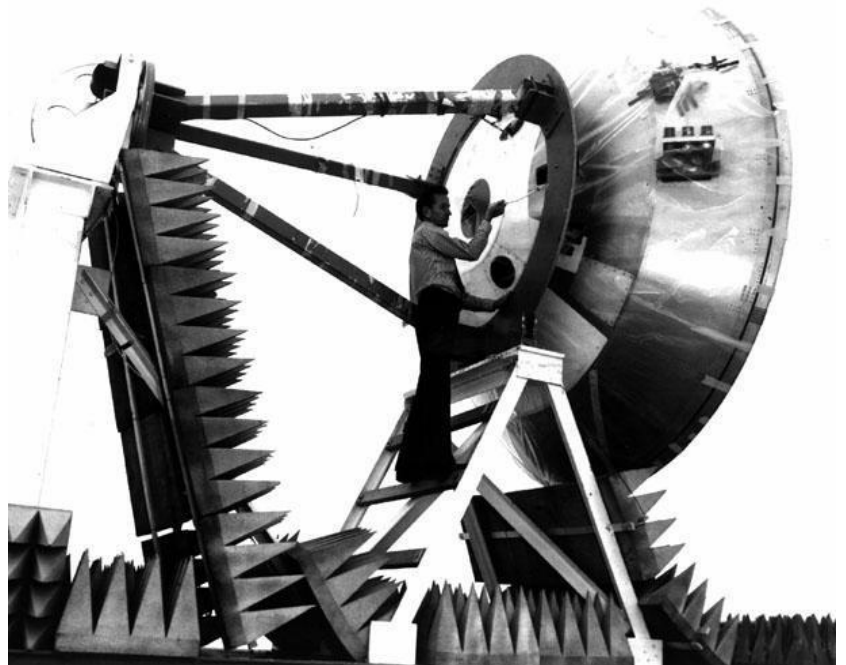
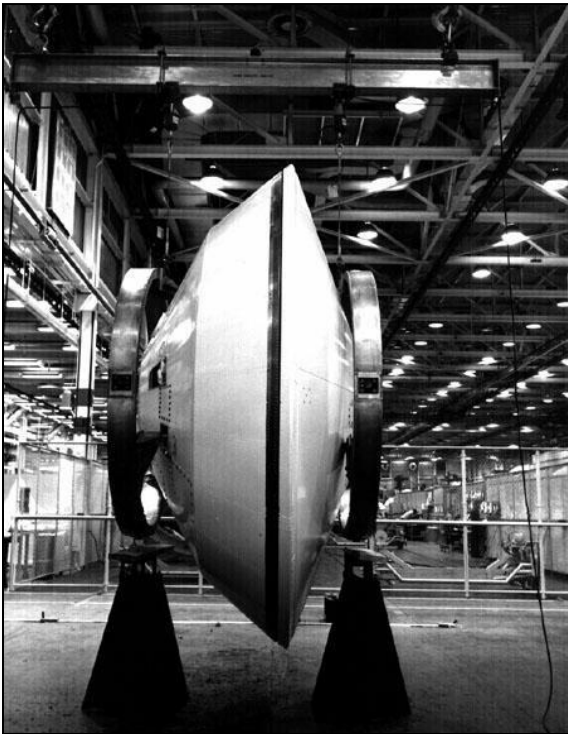
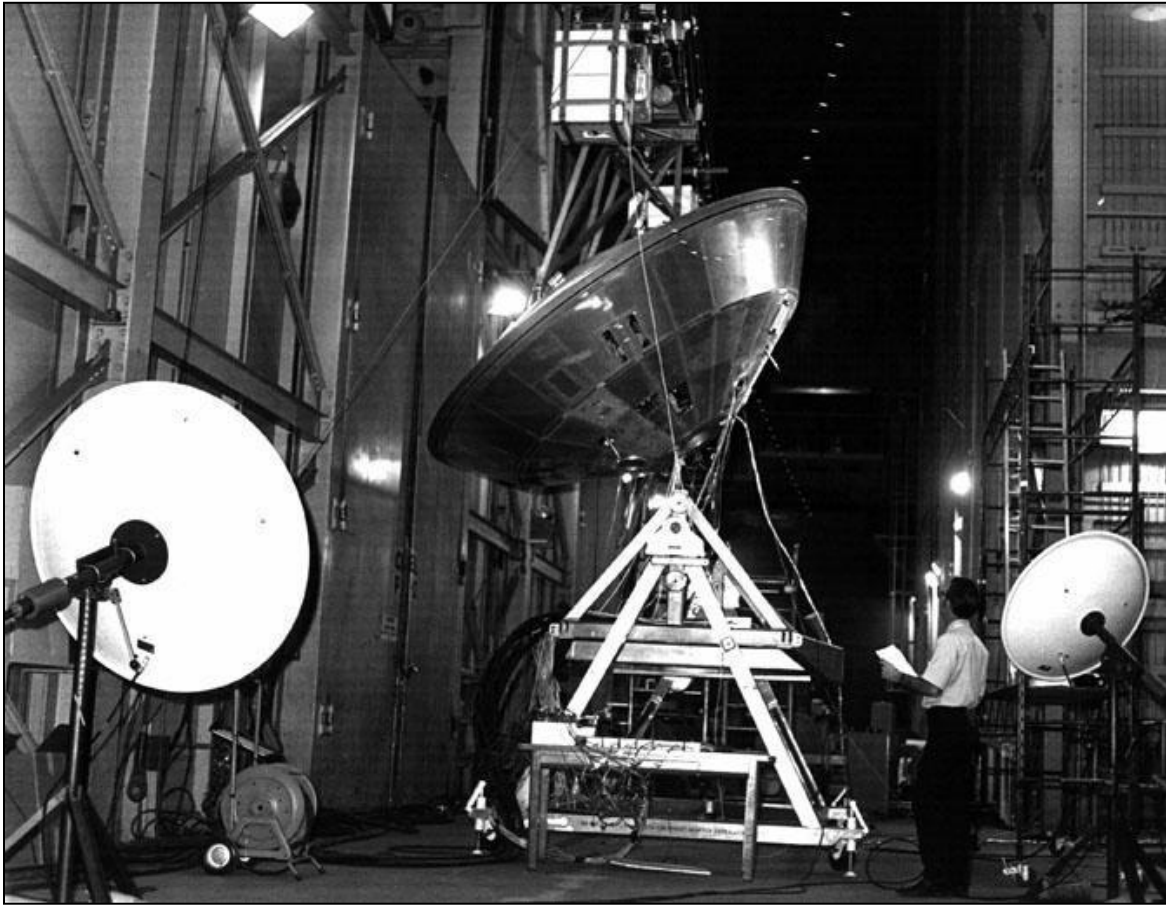
- 5 Serbatoio del gas di pressurizzazione (elio)
- 6 Serbatoio dell'ossidante (N_2O_4)
- 7 Antenna di collegamento con il Lander
- 8 Antenna ad alto guadagno in banda X e S
- 9 Sensori di Sole
- 10 Mapper termico nell'IR

- 11 Telecamera
- 12 Rilevatore d'acqua nell'atmosfera di Marte
- 13 Struttura di base dell'Orbiter
- 14 Radiatori a persiana
- 15 Razzi per il controllo d'assetto (CO_2)
- 16 Pannelli solari (4)
- 17 Sensore della stella Canopo

Dati tecnici

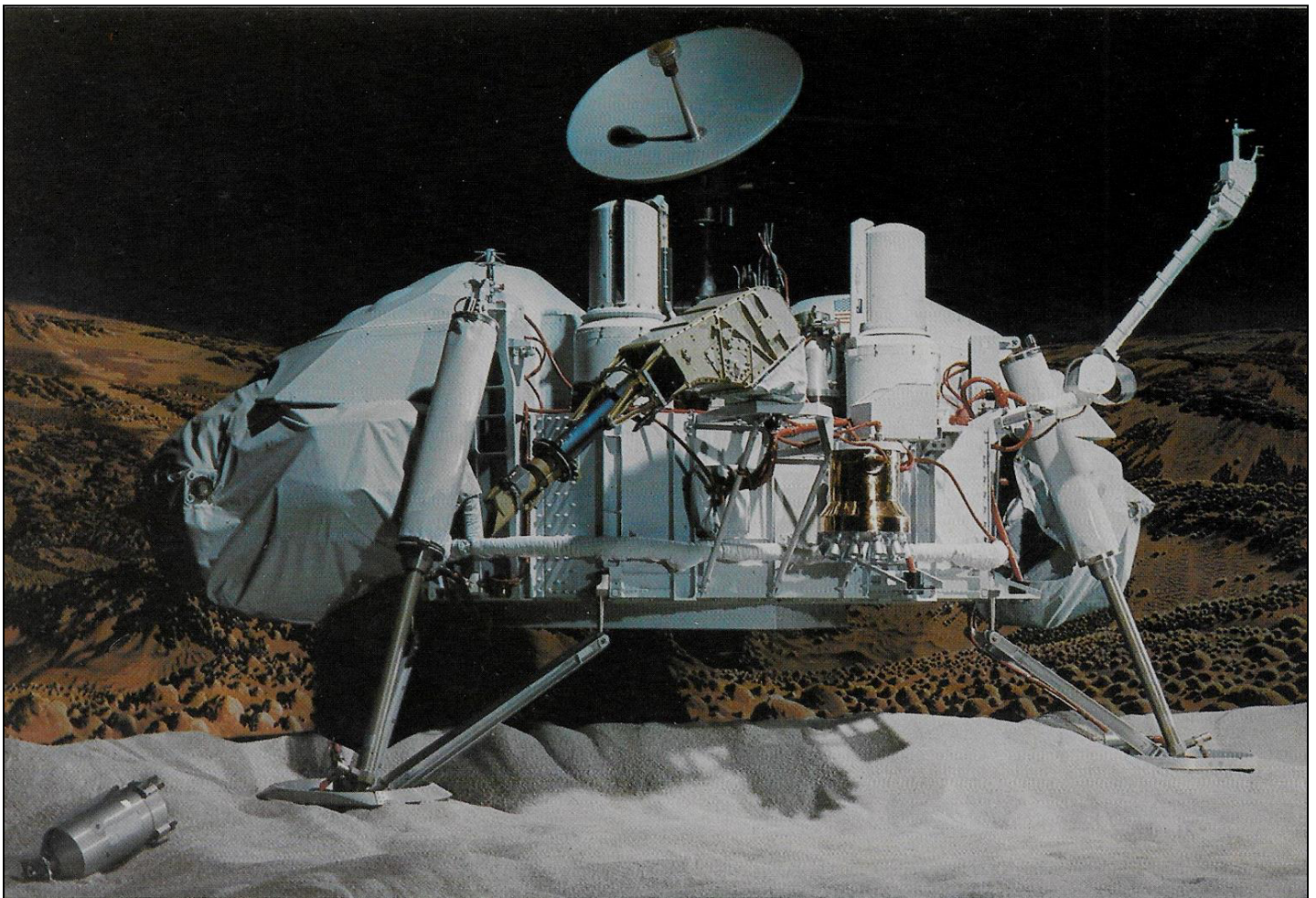
Struttura di base: anello ottagonale nell'atmosfera di Marte spesso 45,7 cm con lati alternativamente di 139,7 e 50,8 cm
 Peso (propellenti inclusi): 2324 kg
 Capo consorzio: Jet Propulsion Laboratory

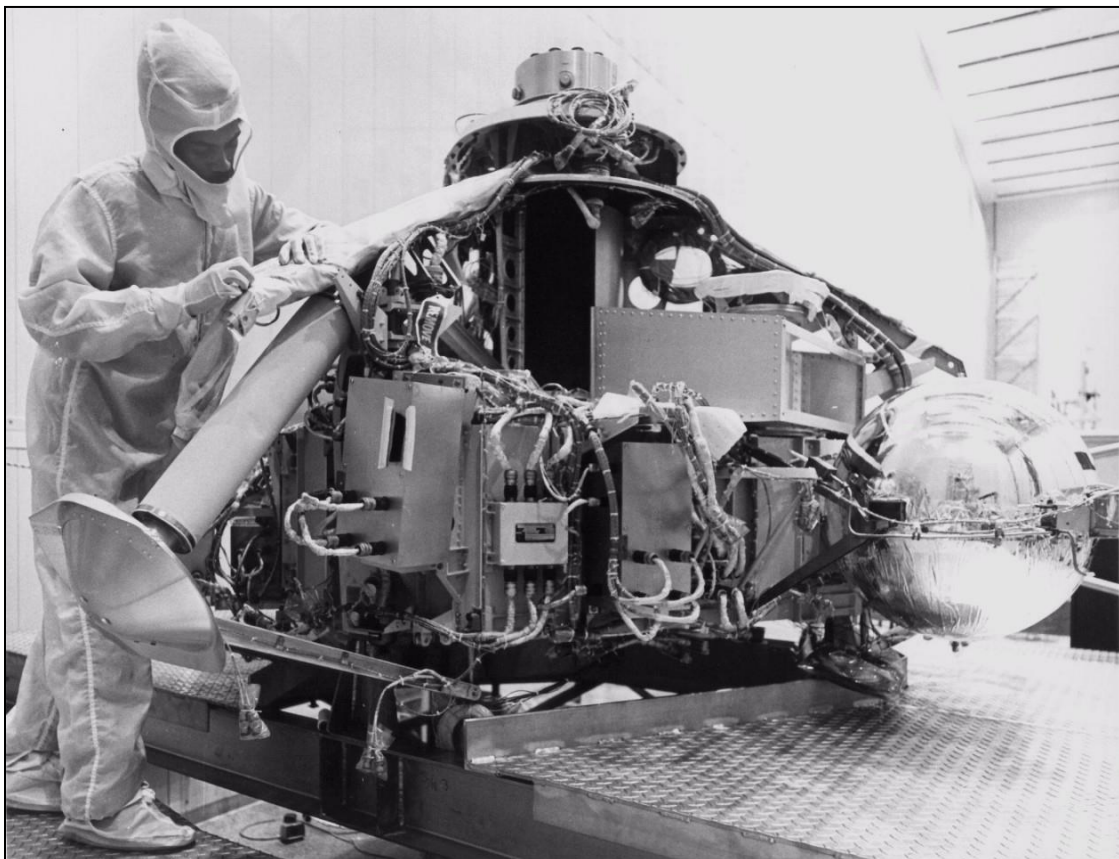
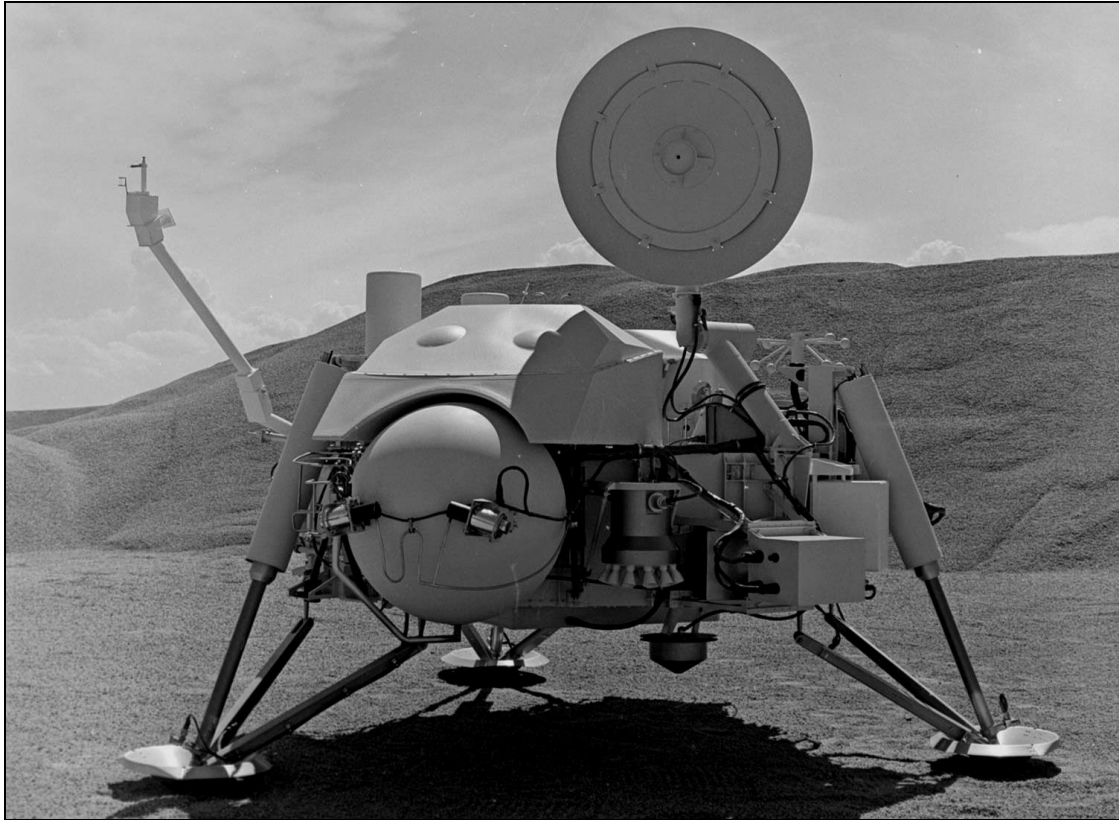




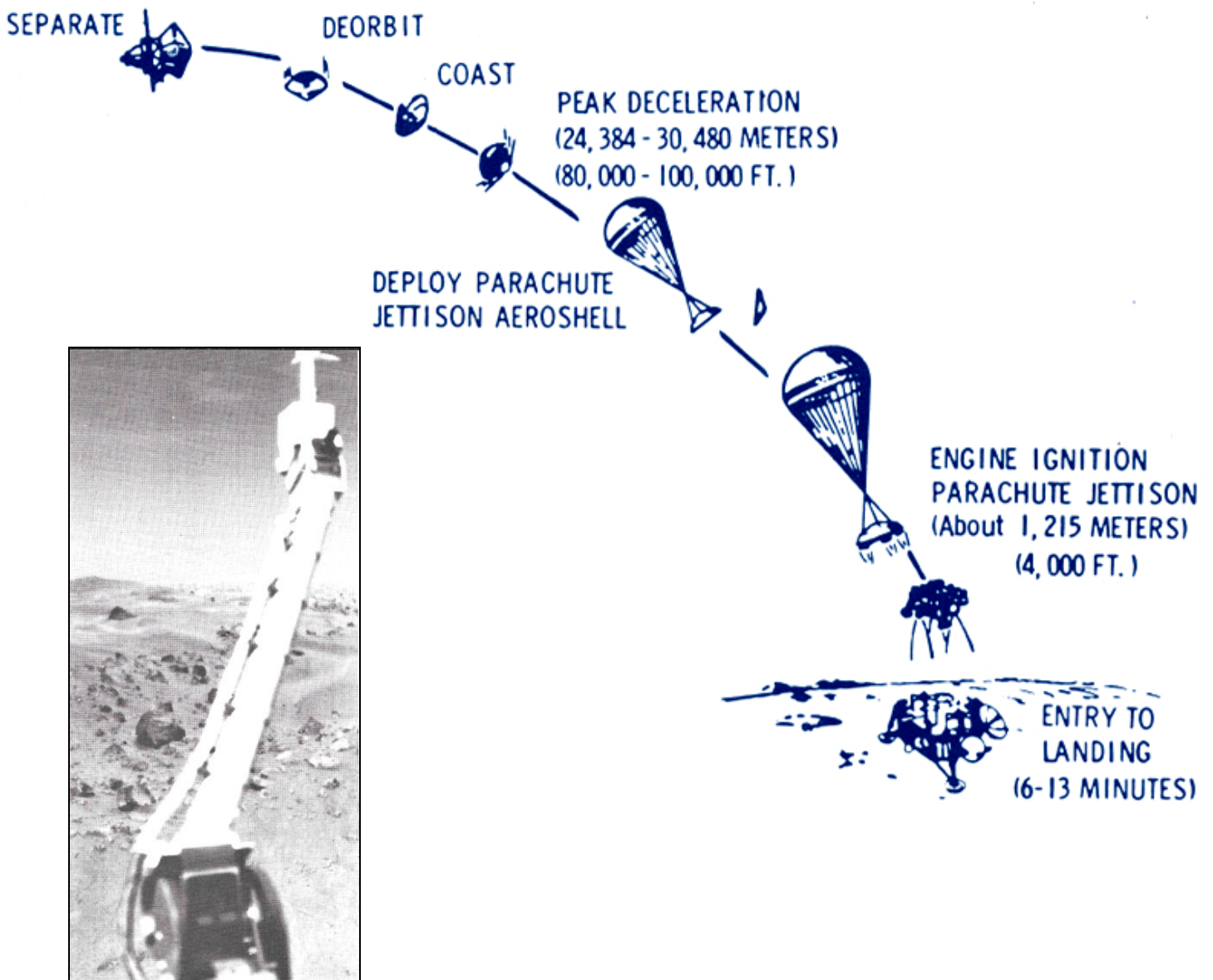
Lander

Cada lander constaba de una base de aluminio de seis lados con lados largueros de 1,09 y 0,56 m, apoyados en tres patas extendidas unidas a los lados más cortos, las patas formaban los vértices de un triángulo equilátero con lados de 2,21 m, cada módulo de aterrizaje llegó a Marte ensamblado al orbitador, de esta manera orbitando Marte varias veces antes de ser liberado y separado para descender en la superficie; la propulsión para la desorbitación era proporcionada por un cohete con 12 toberas, dispuestas en 4 grupos de 3 que proporcionaron una velocidad de 650 Km/h (estas toberas también actuaban como propulsores de control para la traslación y rotación del lander) el descenso terminal y amortizaje utilizaron 3 motores monopropelentes de hidracina (colocados a cada lado de la base y separados 120°) estos motores tenían 18 toberas para dispersar el escape y minimizar los efectos en el suelo, la hidracina se purificó para evitar la contaminación de la superficie marciana con microbios terrestres, el lander transportaba 85 Kg de combustible contenido en dos tanques esféricos, montados en lados opuestos debajo de los RTG, el control se conseguía mediante el uso de una unidad de referencia inercial, cuatro giroscopios, un altímetro de radar, un radar de descenso y aterrizaje terminal y los propulsores de control, la energía era provista por 2 generadores termoelectrónicos de radioisótopos (RTG) que contenía Plutonio-238 fijado a lados opuestos de la base del módulo del lander y cubiertas por pantallas contra el viento, cada generador tenía 28 cm de alto, 58 cm de diámetro y un peso de 13,6 Kg, proporcionaba 30 W de potencia continua.



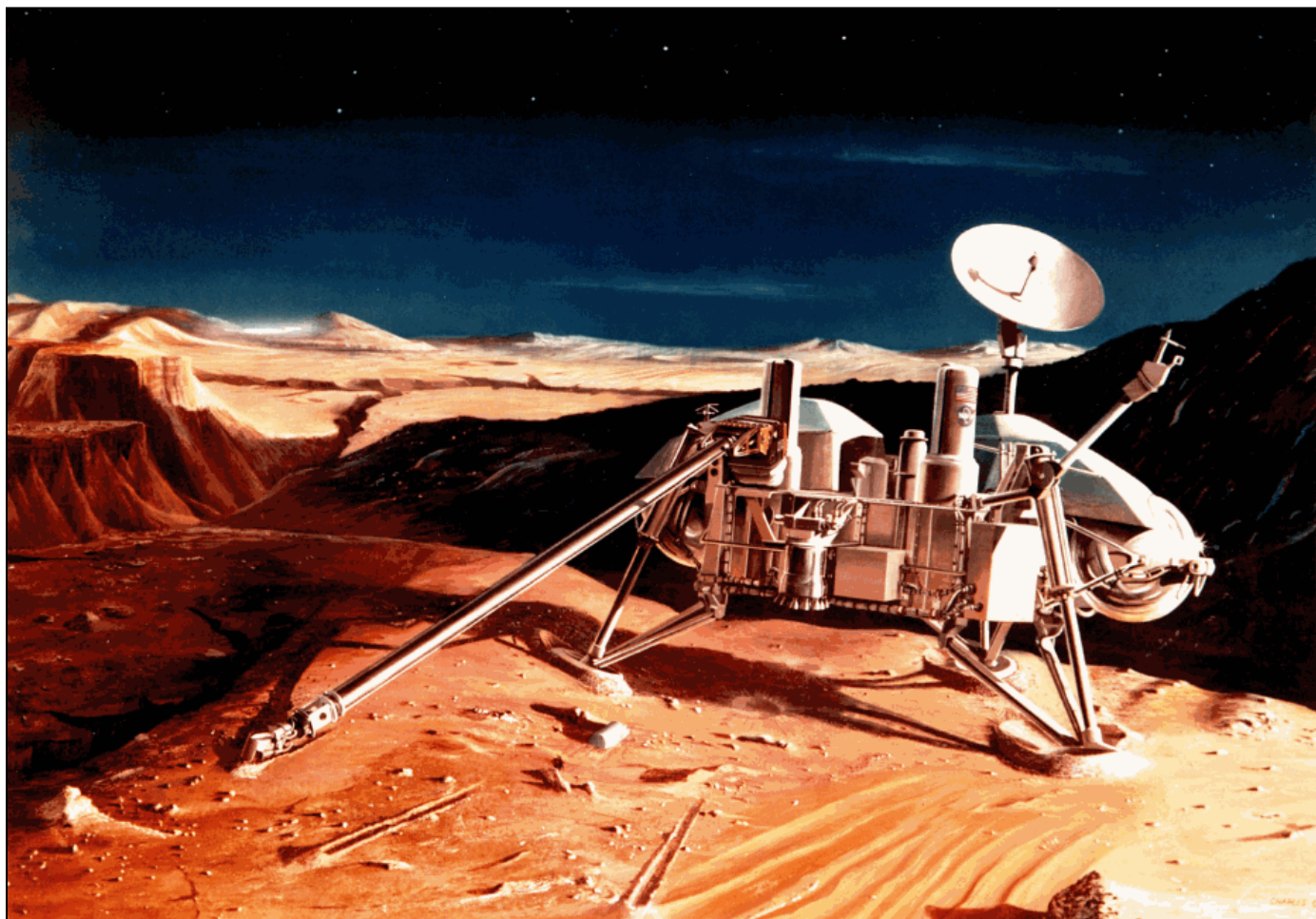


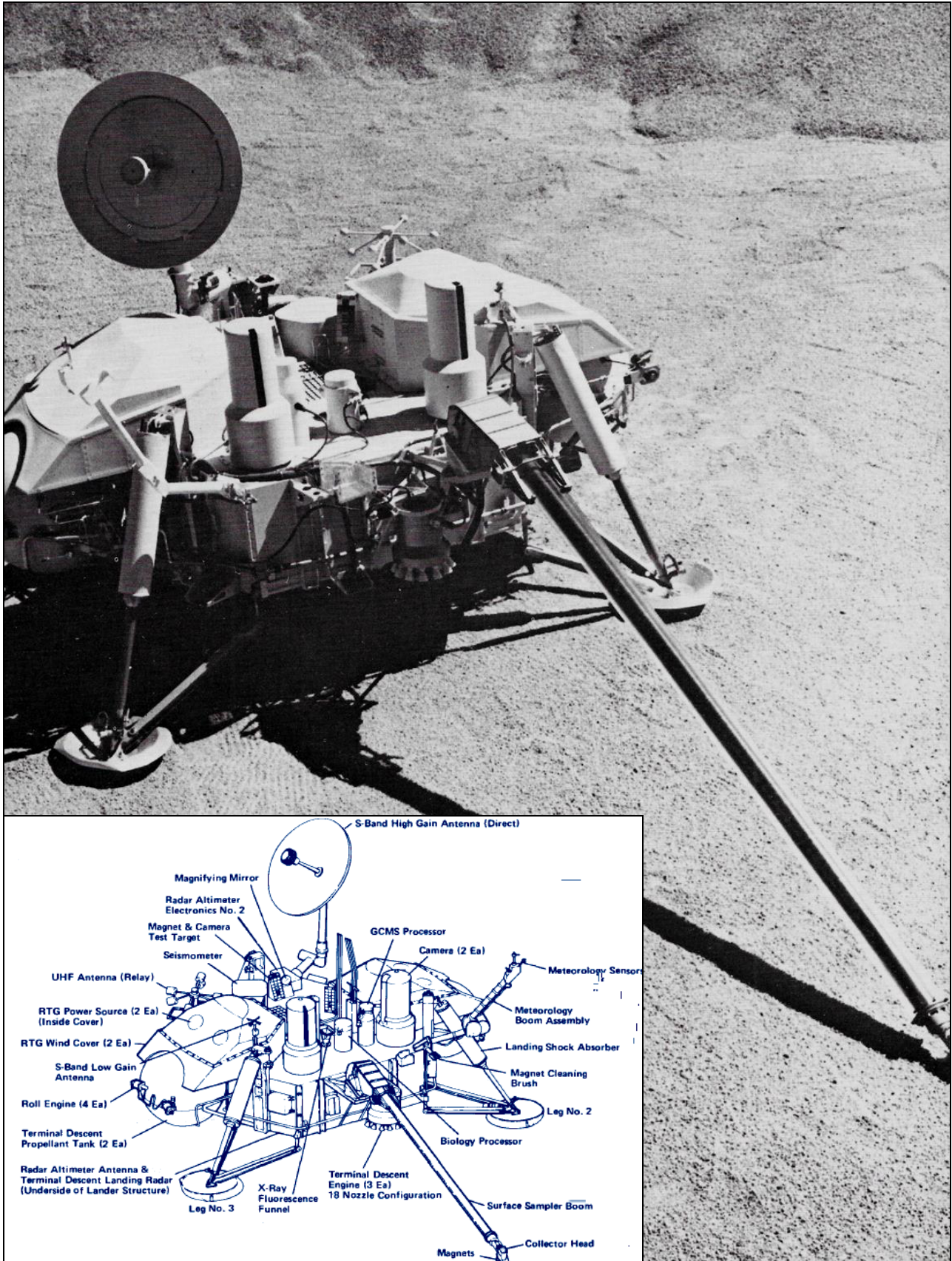
El descenso hacia la superficie constaba de cuatro fases distintas, comenzando con la desorbitación, el módulo de aterrizaje experimentaba una entrada atmosférica con un pico de temperatura que se producía unos segundos después del inicio del calentamiento por fricción con la atmósfera marciana; a una altura de aproximadamente 6 Km y una velocidad de 900 Km/h; el paracaídas se desplegaba, se soltaba el casco protector térmico y se desplegaban las patas del lander, a una altura de aproximadamente 1,5 Km el lander activaba sus tres retrocohetes y era liberado del paracaídas, inmediatamente después se usaban los retrocohetes para frenar y controlar el descenso, permitiendo un aterrizaje suave en la superficie de Marte.



Las comunicaciones del lander con la nave orbital se lograban a través de un transmisor de banda S de 20 W, también llevaba una antena parabólica de alta ganancia orientable de dos ejes en un brazo cerca de un borde de la base del cuerpo central, una antena omnidireccional de Banda S de baja ganancia también se extendía desde la base, ambas antenas permitieron la comunicación directa con la Tierra, esto permitió que Viking-1 continuara funcionando mucho después de que ambos orbitadores hubieran fallado, una antena UHF (381 MHz) proporcionó un relé unidireccional al orbitador utilizando una radio de relé de 30 W, el almacenamiento de datos estaba en una grabadora de cinta de 40 Mb y la computadora de aterrizaje tenía una memoria de 6000 palabras para instrucciones de comando, llevaban también una Computadora de Guiado, Control y Secuencia (GCSC) que constaba de dos computadoras Honeywell HDC-402 de 24 bits y 18 Kb de memoria de alambre plateado, mientras que los orbitadores utilizaron un Subsistema de Computadora de Comando (CCS) usando 2 computadoras personalizadas con procesadores de serie de 18 bits.

Llevaba instrumentos para lograr objetivos científicos primarios, como eran estudiar la biología, composición química (orgánica e inorgánica), meteorología, sismología, propiedades magnéticas, como también propiedades físicas de la superficie y atmósfera marcianas, se montaron dos cámaras de escaneo cilíndrico de 360°, brazo de muestreo con un cabezal colector, sensores de temperatura e imán, un brazo de meteorología, temperatura de mantenimiento, dirección y velocidad del viento, sismómetro, compartimento interior controlado por el medio ambiente que contenía los experimentos biológicos, espectrómetro de masas por cromatografía de gases, espectrómetro de fluorescencia de rayos X y un sensor de presión, la carga útil científica tenía un peso total de aproximadamente 91 Kg y el peso total del lander era de 1,1 tn.

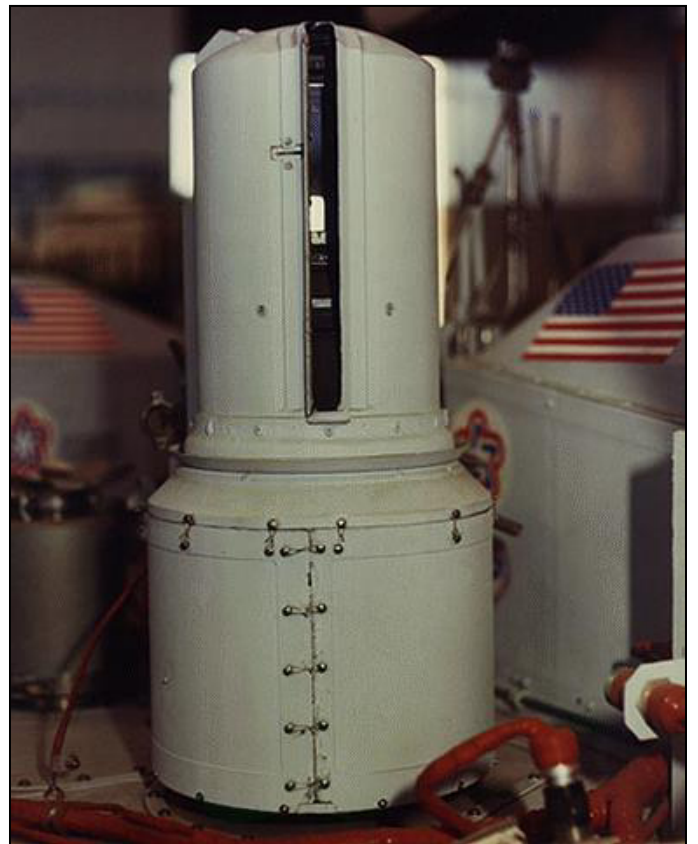
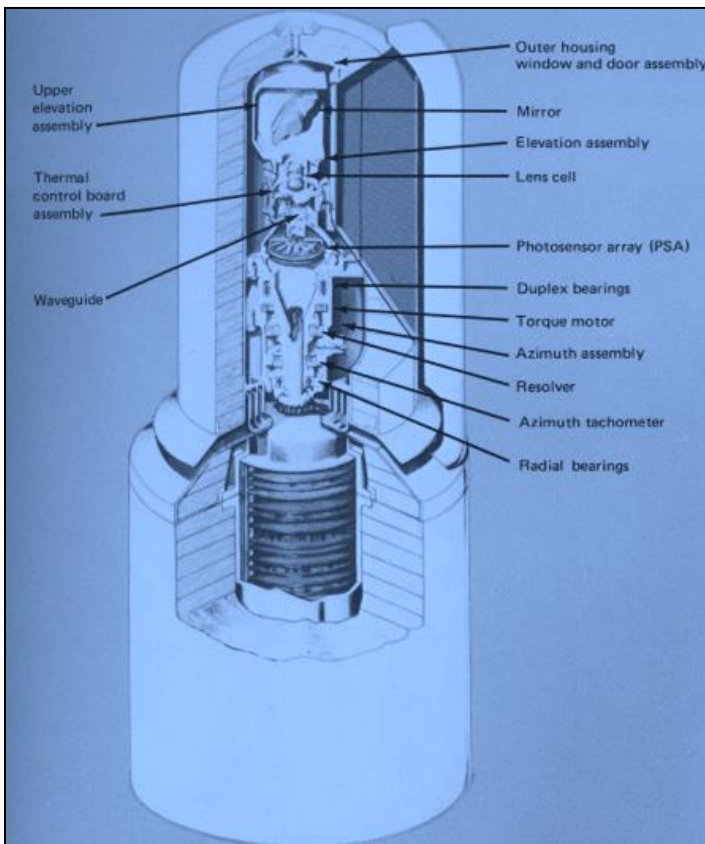




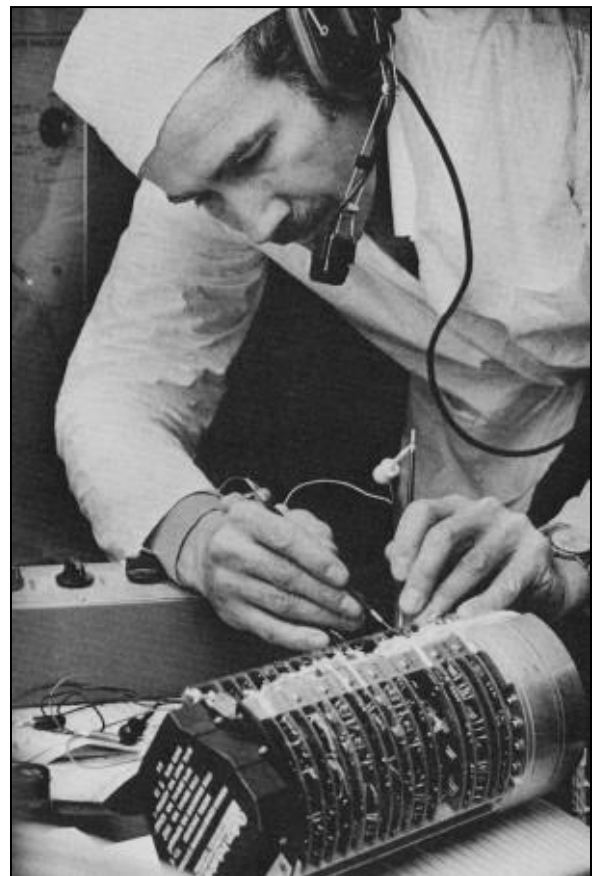
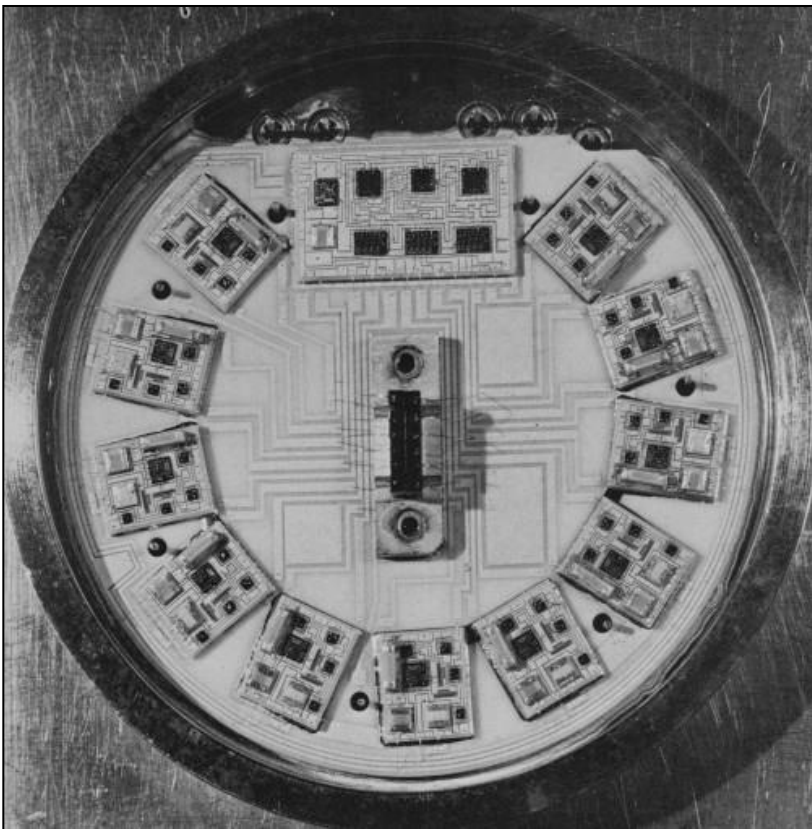
Cámaras

La nave estuvo bajo presión durante todo el viaje para evitar la entrada de contaminación biológica desde el exterior, la alta temperatura excluyó el uso de una grabadora de cinta magnética para almacenar las grabaciones, ya que no podía soportar esa temperatura por mucho tiempo, en la superficie marciana, las cámaras debían trabajar a una temperatura de -120°C , soportar tormentas de polvo, ser extremadamente confiables, poder fotografiar en colores y ser limpiadas en Marte.

Se eligieron para cada lander dos cámaras facsímil de la fábrica ITEK, dos cámaras podían producir imágenes estéreo y también era útil si una de ellas se descomponía, pudiendo solo tener la opción de hacer grabaciones, con una cámara facsímil, la foto se creaba escaneándose por líneas, un espejo se inclinaba hacia abajo, permitiendo que valores variables de luz se dirigieran hacia los sensores (fotocélula), después de escanear una línea, el espejo se giraba hacia arriba y toda la cámara giraba ligeramente alrededor de su eje, de modo que se pudiera escanear la siguiente línea, el espejo tomaba 1/5 de seg inclinarse de arriba hacia abajo, lo que los sensores captaban en realidad era un punto brillante de fuerza variable, estas impresiones de luz se convertían en valores digitales y luego se enviaban inmediatamente a la Tierra a través del orbitador o directamente, donde las imágenes finalmente iluminaban el material fotográfico con rayos láser, para obtener los píxeles en una fila, el mecanismo del espejo tenía que ser muy preciso, no debía haber una diferencia mayor que 0.01 mm entre la ubicación del espejo y la ubicación real.

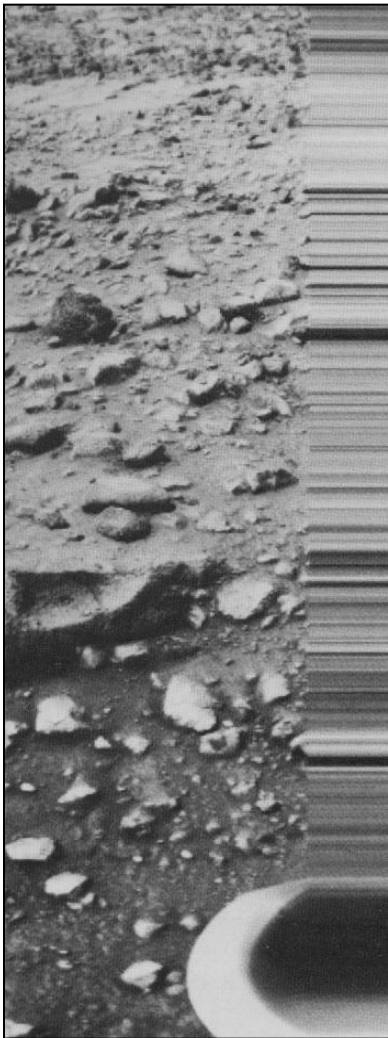


El sistema para mover el espejo de arriba hacia abajo se llamaba ensamble de elevación, un sistema de lentes también estaba presente, el ensamble acimutal giraba la cámara alrededor de su eje (no se usaban engranajes para esto) el motor giraba el cuerpo de la cámara de inmediato -probablemente era una especie de motor paso a paso- y las aberturas de las lentes de las cámaras podían ocultarse detrás de una especie de soporte, si una tormenta de polvo amenazaba, además, el vidrio de la ventana exterior (que estaba provisto de un recubrimiento duro) podía desprenderse, después de lo cual el vidrio de la ventana real permanecía, llevaba un sistema de soplado de gas de dióxido de Carbono para poder limpiar las aberturas, la resolución de la cámara era de $0,04^\circ$ para imágenes en blanco y negro y $0,12^\circ$ para imágenes en color, no llevaba rueda de filtros, aún así, la cámara pudo tomar fotos en color utilizando diferentes sensores (fotodiodos que convertían la luz en una señal) el diámetro del conjunto era de 3 cm, un filtro en los colores rojo, verde y azul (RGB) para poder compilar imágenes en color en la Tierra (en reemplazo de la rueda de filtros) para fotos en color, escaneaba la misma línea tres veces, con el diodo fotográfico RGB; debido a la alta temperatura durante la esterilización, los filtros no fueron portaobjetos coloreados, sino filtros de interferencia, con líneas muy finas, también llevaba un filtro para grabaciones en IR y en diferentes longitudes de onda.



Los filtros daban a los detectores (fotodiodos) de 2 a 7 menos luz, por lo que su área de superficie debía ser un poco más grande, como resultado, la resolución fue un poco más pequeña, para tomas de objetos cercanos la lente tuvo que moverse más lejos de la película, llevaba 11 amplificadores para los 12 detectores, el N° 12 registraba los rayos del Sol y esa luz no necesitaba ser mejorada, al principio, el detector solar vio pocos beneficios, pero luego fue muy útil para determinar el brillo de la atmósfera marciana, los fotodiodos tenían un tamaño de 0,041 mm.

Los 6 bits permitían tomar fotos con 64 tonos, entre blanco y negro, la cámara entregaba 16000 bit/seg, un panorama completo en blanco y negro arrojó un total de 10 millones de bits, una cámara del tipo facsímil no es adecuada para detectar movimientos, en una oportunidad (foto) el movimiento acimutal (alrededor del eje de la cámara) se detuvo, pero la exploración en líneas continuó, de esta manera, se obtuvieron rayas, si algo se hubiera movido en Marte, esas líneas habrían sido interrumpidas, pero no se observaron movimientos, para poder probar las cámaras incluso antes del aterrizaje, se colocó una luz en la parte superior de la cámara que podía iluminar todos los fotodiodos, para probar el mecanismo de escaneo, se instaló una luz en el soporte de protección contra el polvo, esto generaba una imagen algo borrosa, pero se sabía si el mecanismo de la cámara funcionaba bien.



Características técnicas de las cámaras

Altura: 55,6 cm

Diámetro en la parte superior: 14,4 cm

Diámetro en la parte inferior: 25,6 cm

Peso: 7,26 Kg

Consumo de energía en escaneo baja resolución: 34 W

Consumo de energía en escaneo alta resolución: 27 W

Podía trabajar en

Baja presión de aire de 2,8 a 20 milibares

Temperaturas de -126 +52 °C

Tormentas de polvo de hasta 250 Km/h

Esterilización de las naves

La creación y el envío a otros planetas de estaciones biológicas automáticas requiere el desarrollo de un evento para evitar que el planeta se contamine con microorganismos, cualquier nave espacial destinada a aterrizar en la superficie del planeta debe someterse a una esterilización completa ya que la migración accidental de microorganismos terrestres a Marte puede privar a la ciencia de la oportunidad de estudiar la vida extraterrestre (si la hubiera) de este planeta, los datos que posee actualmente la microbiología atestiguan la alta estabilidad de los microorganismos terrestres frente a los efectos tanto de los factores espaciales como de las condiciones disponibles en otros planetas, si los microorganismos terrestres fueran a entrar en la nave, el descubrimiento subsecuente en el curso de un experimento biológico en el planeta daría una información falsa sobre la existencia de vida, además de este error, significaría el colapso de un solo experimento, la introducción de microorganismos terrestres en Marte puede tener consecuencias fatales, por otro lado también es posible que Marte se convierta en un hábitat favorable para los organismos terrestres., su desarrollo podrían causar el desplazamiento de la biología local, evolucionando los organismos terrestres a lo largo de un camino desconocido para la ciencia.

Los requisitos de cuarentena internacionales para planetas del Sistema Solar se expresan en términos de la probabilidad de contaminación, se acepta que los métodos de aparatos de esterilización destinados a Marte, deben ser tales que millones de microorganismos se minimicen a uno solo, naturalmente, la destrucción completa de microbios que puede permanecer en la superficie de la nave o incluso dentro de ella, es el caso ideal, existen varios métodos de procesos de esterilización de una nave espacial como son la térmica, química, física y sus diversas combinaciones, en las naves Viking, para evitar la contaminación de Marte por los organismos de la Tierra, cada lander (después de su ensamble) se encerró en una especie de protector biológico presurizado denominado bioshield con un diámetro de 365,7 cm y una altura de 193,8 cm; estaba hecha de una tela de fibra de vidrio con un grosor de 0,0013 cm, la cara interior del bioshield constaba de una lámina de aluminio de 0,008 cm de espesor en forma de cono para reducir el impacto a posibles sobrecargas cósmicas, luego se esterilizó a una temperatura de 111 °C durante 40 hrs, por razones térmicas, la tapa del bioshield era desechada después de que la etapa superior del cohete Centaur accionara la combinación orbitador/lander fuera de la órbita terrestre, estas precauciones hicieron posible reducir la probabilidad de contaminación de Marte por los dispositivos Viking a 1×10^{-6} .

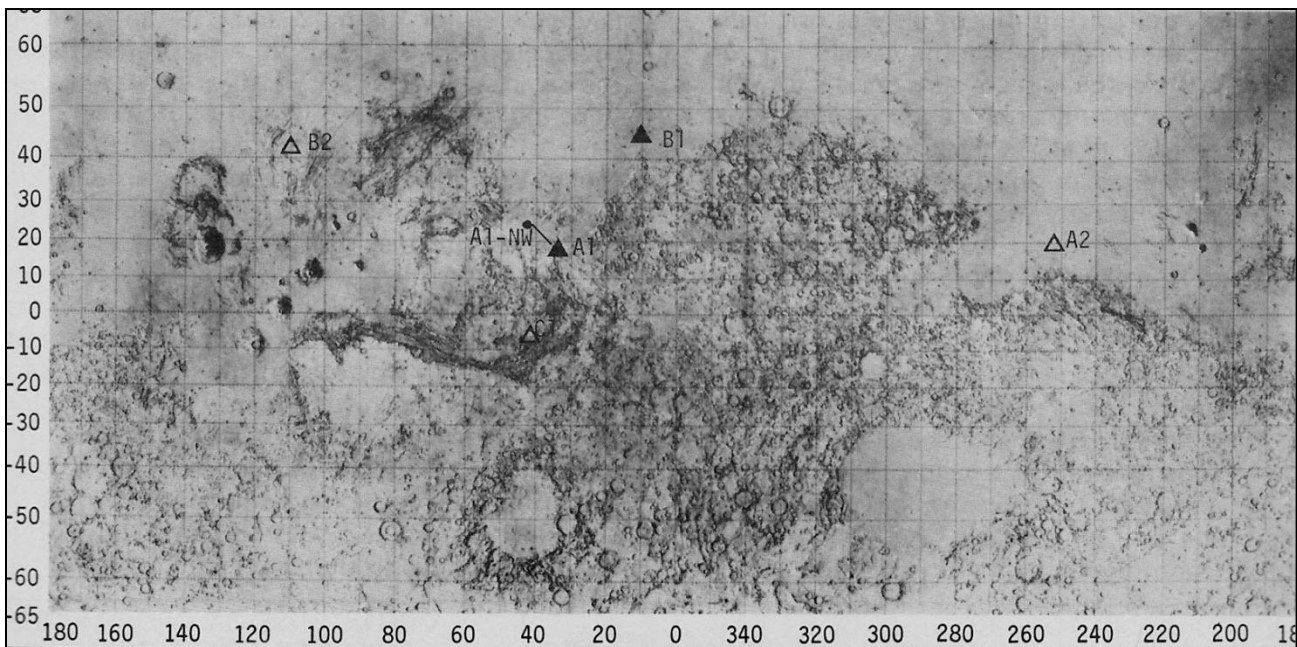


Lugares de amartizaje

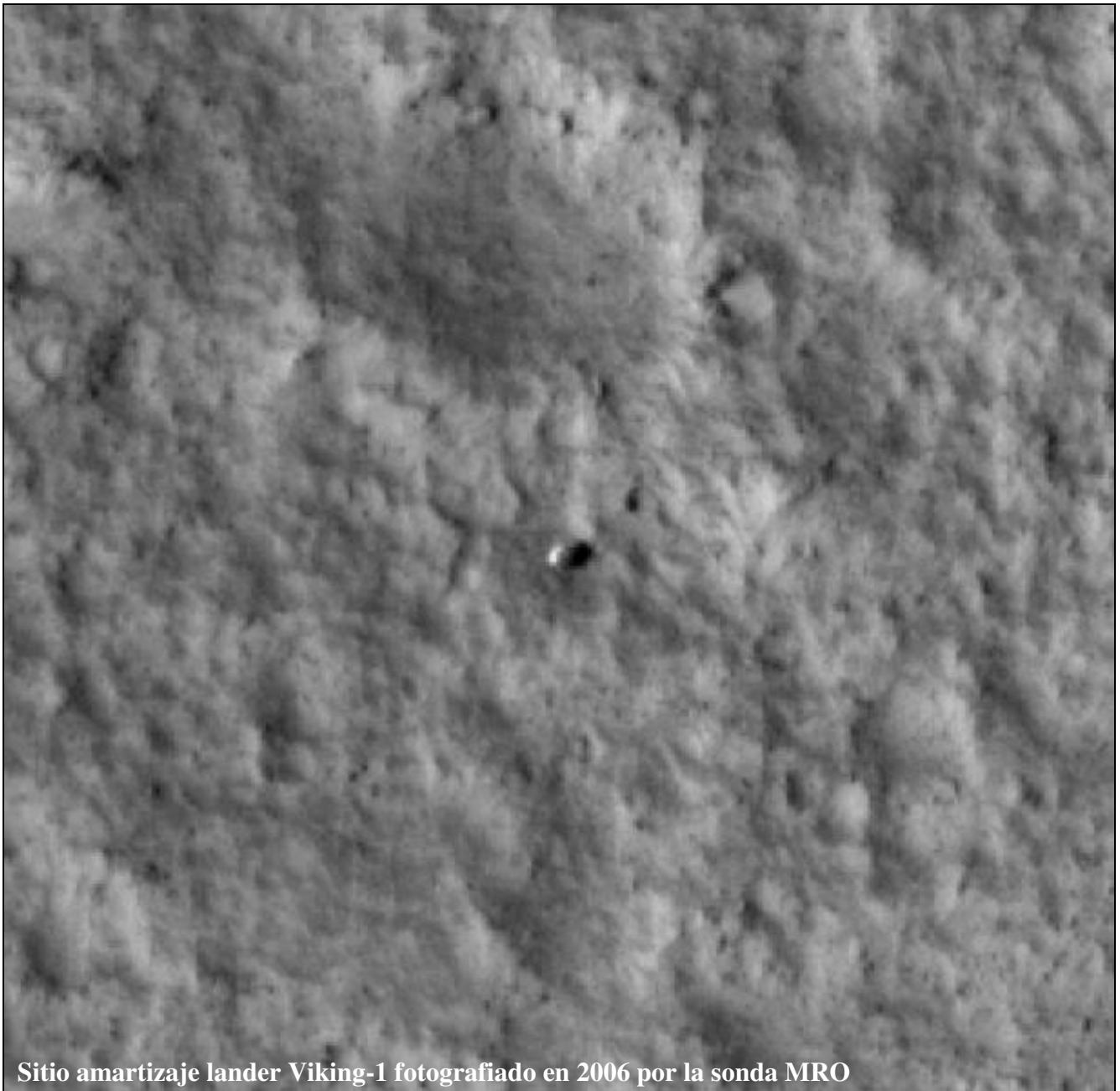
La búsqueda de sitios de amartizaje para los lander Viking estaba estrechamente relacionada con el problema general de la topografía de la superficie marciana, basándose en datos radiorefractarios tomados desde un radar de la Tierra, espectros y mediciones ópticas, así como la aplicación de la técnica de análisis de Fourier (considerado hasta la duodécima armónico) se determinaban parámetros básicos de la topografía global del planeta, las observaciones terrestres de radar de Marte en el rango del cm, realizadas en mayo-julio de 1976, permitieron obtener información sobre la rugosidad y la reflectividad de la superficie para tres posibles lugares de amartizaje, la rugosidad se caracterizaba por la distribución de los ángulos de pendiente de los elementos superficiales con una extensión horizontal del orden de 1-10 m, las mediciones de reflectividad servían como un indicador de la densidad de la capa superficial del suelo con un grosor del orden de varios cm.

Los resultados obtenidos mostraron que la rugosidad de la superficie en el punto de aterrizaje del Viking-1 ($47,5^{\circ}$ O $22,4^{\circ}$ N) era mayor que la media, y la reflectividad era cercana al promedio, la determinación de las propiedades superficiales en un punto con coordenadas $43,4^{\circ}$ O $23,4^{\circ}$ N, llevó a la conclusión de que esta sección correspondía a características anómalas del radar, lo que indicaba una rugosidad en pequeña escala muy fuerte y/o muy baja densidad del suelo, la pequeña relación señal/ruido de las observaciones del punto de aterrizaje principal inicialmente admitido (34° O $19,5^{\circ}$ N) indicaba que esta región tenía una rugosidad que era al menos el doble de la media, dado que los datos de radar estaban asociados con un gran promedio espacial, era importante compartirlos junto con imágenes.

Un análisis de alta resolución obtenido por la sonda Mariner-9 del área de Chryse, en el que era planeado el aterrizaje del Viking-1 encontró previamente formas no identificadas de relieve de Marte, la presencia de las pistas desmembradas y esculpidas de cantos lineales en forma de terrazas muestran significativas mesetas de transformación eólicas y canales que no eran representativos en comparación con los canales típicos de origen fluvial, ya que en este caso las estructuras de relieve originales están altamente distorsionadas bajo la influencia de la erosión eólica, la presencia de cráteres indicaba que la transformación eólica de las formas de relieve fluvial ocurrió hace cientos de millones de años y en algunas áreas de la superficie, se observa una alta concentración de pequeños cráteres.



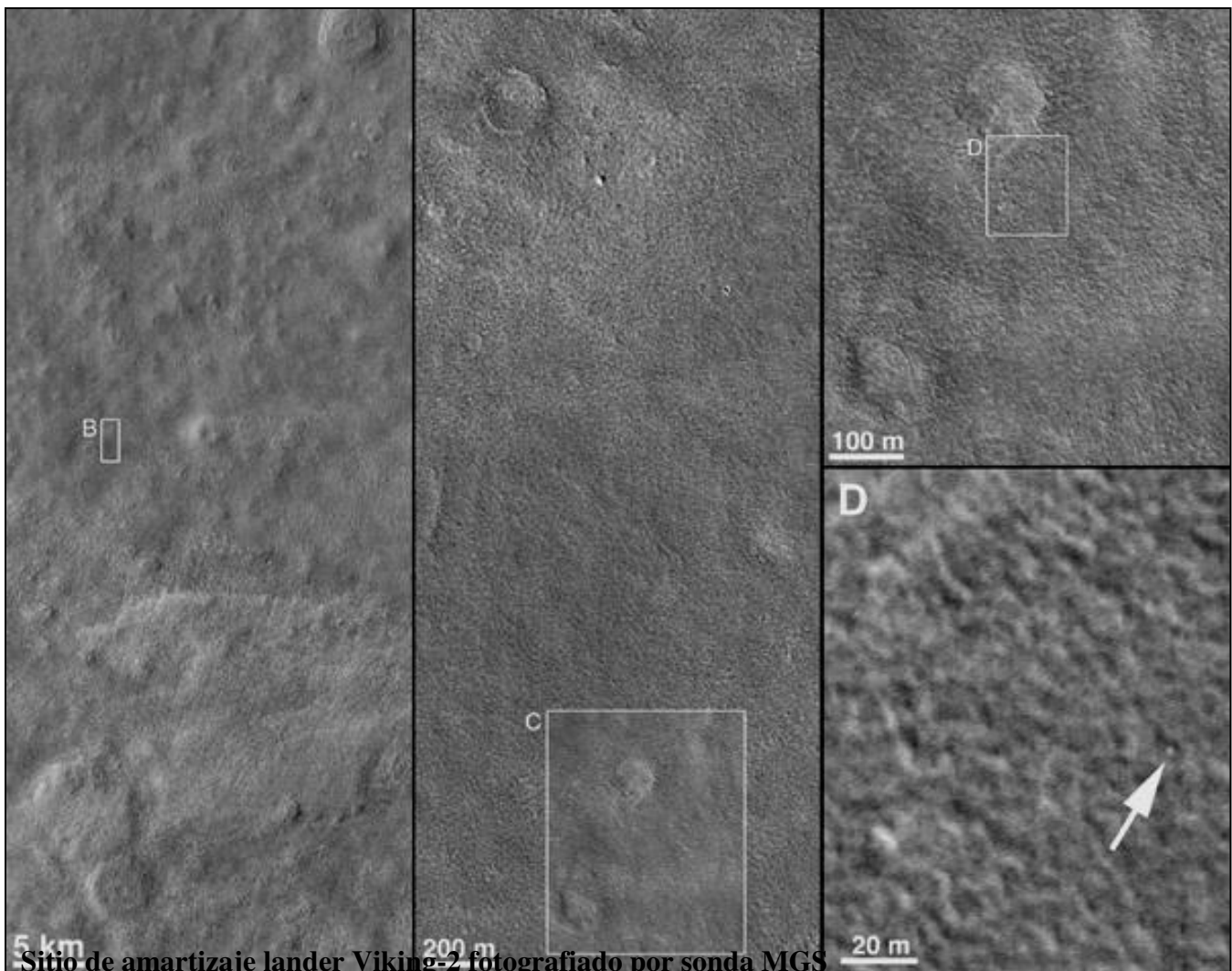
El análisis de los lugares más adecuados para el amartizaje de los lander Viking (se seleccionaba un punto principal y de reserva) comenzó basado en el uso de los datos de radar desde la Tierra y las imágenes de la superficie de Marte que se obtuvieron usando la nave Mariner-9 y se completó en junio-julio de 1976 utilizando imágenes del orbitador Viking-1, el examen de todo el conjunto de observaciones llevó a la conclusión de que el principal punto de amartizaje del lander Viking-1 en la zona de Chryse era geológicamente más peligroso de lo previsto originalmente; esto obligó a realizar una búsqueda de otro lugar, que finalmente fue seleccionado a $47,5^{\circ}$ O $22,4^{\circ}$ N, sobre la base de un compromiso entre la elección de las características del lugar de aterrizaje de los datos de análisis de imágenes de la órbita y los datos de radar terrestres que caracterizaban la rugosidad de la superficie marciana y la densidad de la capa superior del suelo, el lugar seleccionado final está a unos 900 Km al NO del punto principal original.



Sitio amartizaje lander Viking-1 fotografiado en 2006 por la sonda MRO

La búsqueda de un lugar de amortiguaje para el lander Viking-2 fue más larga; desde la nave espacial Viking-1, la superficie de Marte había sido estudiada con un área total de aproximadamente 4,5 millones de Km², de acuerdo con estos datos, fue posible elegir dos sitios de aterrizaje en las áreas de Cydonia (B1) y Capri (C1), situadas a 44° S-O y 5° S-O respectivamente, en este caso, la banda de latitud B (40-50° N) fue considerada como la más interesante debido a las condiciones geológicas, mayor contenido de vapor de H₂O en la atmósfera y temperatura superficial teniendo la posibilidad de existencia de permafrost.

Los intentos de encontrar (de acuerdo con el Viking-1) en la zona B1 una superficie suficientemente suave en la forma de una elipse que medía 100 x 260 Km (elipse de aterrizaje) no había tenido éxito debido a la prevalencia de terreno accidentado con muchos cráteres, la elección del sitio de aterrizaje continuó después de que el Viking-2 fuera puesto en órbita; con este fin, imágenes de TV y mediciones de la radiación térmica de IR se estudiaron grandes áreas en las regiones de Arcadia y Utopía Planitia (B3), donde existía un terreno plano con un gran número de cráteres, pero en algunos sectores había partes aplanadas bajo la influencia de la erosión eólica y cubierto con un manto de rocas sedimentarias, los datos de las mediciones de radiación térmica permitieron estimar la inercia térmica y el tamaño de grano del material de la superficie, así como determinar el contenido de vapor de agua en el espesor de la atmósfera, todo esto llevó a la elección final como lugar de amortiguaje en Utopía Planitia, en un área de unos 200 Km al O del cráter Mie, el amortiguaje exitoso se realizó el 3-09-1976 en el punto con coordenadas 47.89 ° N 225,86 ° O.

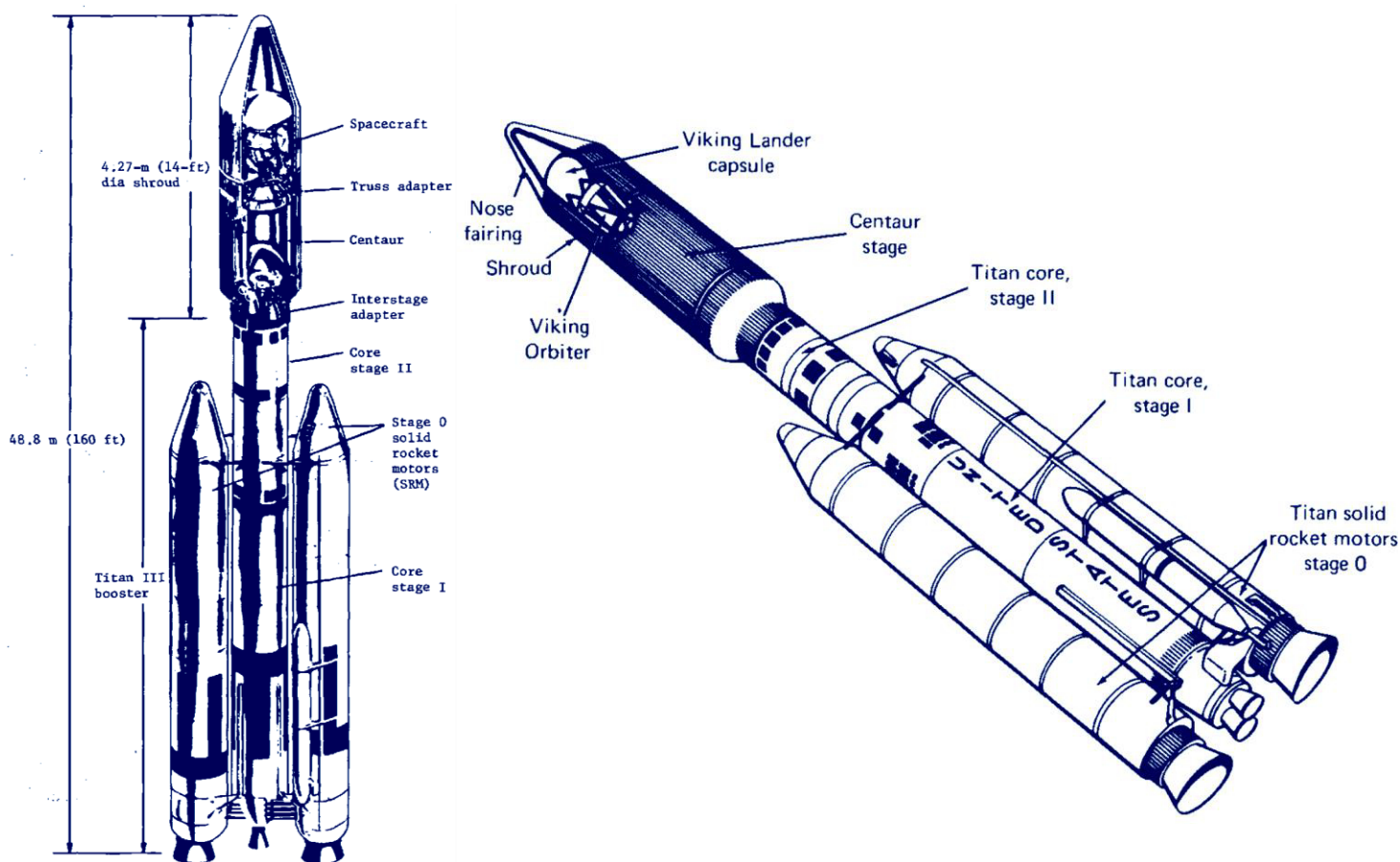


Sitio de amortiguaje lander Viking-2 fotografiado por sonda MGS

Cohete portador y lanzamiento

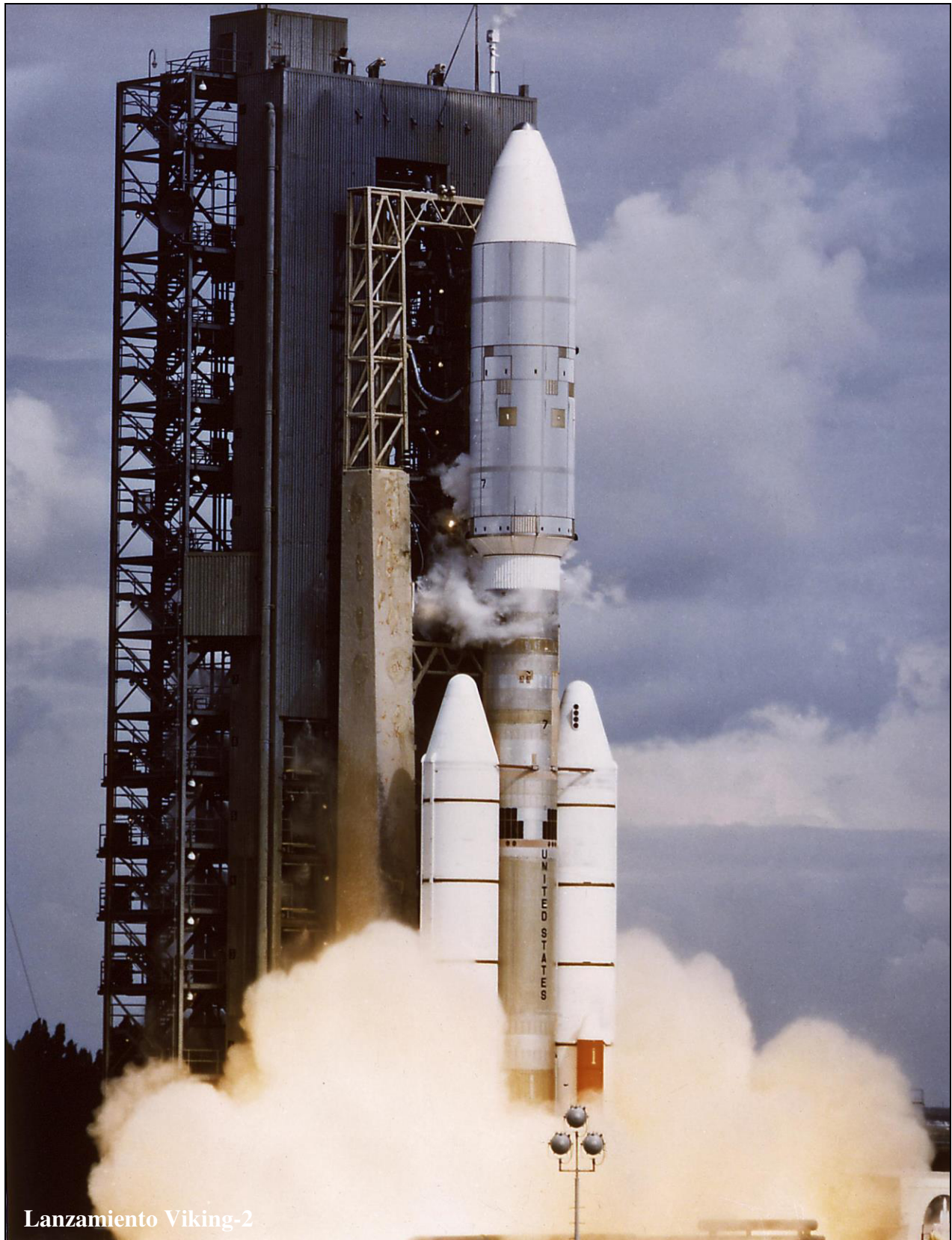
Según el peso total de las naves Viking, el enfoque más económico para satisfacer los requisitos de la misión era utilizar el cohete Titán-III con una etapa superior Centaur, una combinación que podía colocar unos 3,6 tn en órbita de Marte.

La combinación Titán/Centaur era un vehículo de lanzamiento relativamente nuevo en esa época, con una altura de 48,5 m en la plataforma de lanzamiento, el Titán-III/Centaur no tenía un aspecto aerodinámico, se ensamblaba tomando un cohete Titán-III de dos etapas como núcleo junto a dos cohetes sólidos para mayor empuje, los cohetes sólidos tenían 3 m de diámetro y 25.9 m de largo, durante el lanzamiento, los cohetes sólidos (llamados la etapa cero) se quemaban después de aproximadamente 2 minutos y eran arrojados sobre el Océano Atlántico, el cohete núcleo Titán, consistía en un cohete líquido de dos etapas de 3.05 m de diámetro, este no se encendía hasta inmediatamente antes de que se quemaran los cohetes sólidos, la 1ª etapa se quemaba durante aproximadamente 2 minutos, la 2ª etapa se quemaba durante 3 minutos, luego hacía ignición la etapa superior Centaur, esta era una de las etapas superiores de alto rendimiento con que contaba la NASA, desarrollada principalmente para trabajo lunares e interplanetarios, sus dos motores generaban un total de 133452 Newton de empuje al quemar Hidrógeno con Oxígeno; una característica importante de la etapa Centaur era que sus motores se podían reiniciar en el espacio, lo cual era esencial en la misión Viking, luego de que la 2ª etapa del cohete Titán era arrojada; la etapa Centaur esperaba entre 6 y 30 minutos el momento adecuado para partir hacia Marte, inyectando a la nave Viking en una trayectoria heliocéntrica para interceptar a Marte, un año después, el acto final de la etapa Centaur era separarse de la nave Viking, expulsar sus propulsores residuales y desviarse de la trayectoria para minimizar la posibilidad de su impacto en Marte.



El edificio de integración vertical de Cabo Cañaveral se utilizó para ensamblar el cohete Titán III y la etapa superior Centaur, las etapas líquidas acopladas eran transportadas por ferrocarril al edificio de ensamble de motores donde se les adjuntaban las dos grandes etapas de cohetes sólidos, luego el vehículo de lanzamiento era transportado por ferrocarril hasta el plataforma LC-41; luego de exhaustivas pruebas y verificaciones, la nave espacial y el cohete estarían listos, finalmente el lanzamiento del Viking-1 se llevó a cabo el día 20-08-1975 y Viking-2 el 5-09-1975.





Lanzamiento Viking-2

Recepción de datos

En Cabo Cañaveral y en islas, barcos y aviones a lo largo del Rango de Prueba Oriental (ETR) de la USAF, radares y los instrumentos de seguimiento óptico seguirían al vehículo de lanzamiento a medida que se elevaba y se dirigía en dirección de la Isla Ascensión en el Atlántico Sur; se continuaba recibiendo datos de telemetría de la nave espacial Viking hasta que se separaba de la etapa Centaur, momento en que su señal de radio era recibida por las estaciones del Deep Space Network (DSN) las tareas del DSN eran rastrear a las Viking durante el vuelo, órbita en Marte y desde la superficie marciana, recibir su telemetría y enviarle comandos y adquisición de datos, constaba de 6 antenas parabólicas de 26 m y 3 antenas de 64 m ubicadas en Estados Unidos, Australia y España.

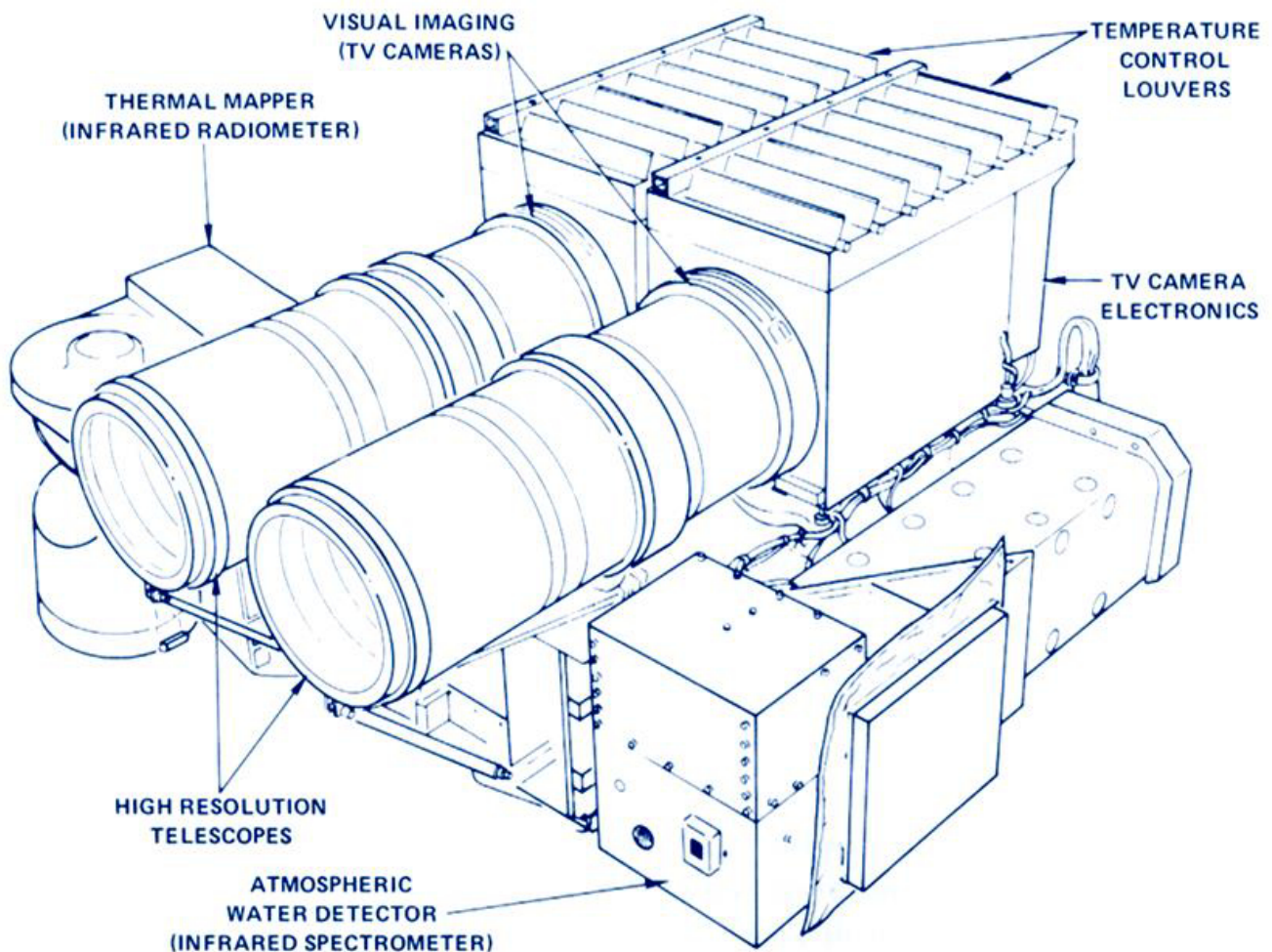


Instrumentos científicos

Los orbitadores llevaban sistema de imágenes Visual Imaging System (VIS), cartografía infrarroja (Infra-Red Thermal Mapper, IRTM) un detector de vapor de H₂O atmosférico Mars Atmospheric Water Derector (MAWD) estaban montados en una plataforma orientable que se ubicaba en la base del orbitador, de manera que los paneles solares nunca perdieran el sentido de los rayos del Sol, el instrumental científico tenía una masa total aproximada de 72 Kg, el VIS estaba compuesto por 2 cámaras idénticas, cada una con un telescopio de tipo Cassegrain de 755 mm de distancia focal, un obturador, un tubo Vidicon y un disco portafiltros de 6 sectores, el campo visual de cada cámara era de 1,5°x1,7°, proporcionando imágenes de hasta 1886 Km² para una distancia de 1500 Km.

El IRTM era un radiómetro con 28 canales que funcionaba en el IR, constituido por 4 telescopios con sistemas de filtrado y con 7 detectores sensibles a un cierto campo espectral cada uno.

MAWD era un espectrómetro IR de 5 campos de longitudes de onda situados en la región de la Banda de absorción del vapor de H₂O; este instrumento debía medir igualmente la proporción de la radiación solar incidente en la atmósfera marciana, con lo que se determinaría la cantidad de vapor de agua atravesada por la radiación.



Antes de que los lander Viking se posaran sobre la superficie marciana, ya habían empezado la experimentación científica, durante el descenso, las sondas observaron y midieron la atmósfera e ionosfera marcianas, durante esta fase, funcionaron tres instrumentos.

RPA (Retarding Potencial Analyzer) Medía la distribución de los electrones del viento solar y de los fotoelectrones ionosféricos, las temperaturas de los electrones en la ionosfera, la composición, la concentración y la temperatura de los iones positivos y la interacción del viento solar con la alta atmósfera.

UAMS (Upper Atmosphere Mass Spectrometer) Analizaba la composición molecular de la atmósfera. Proporcionaba un análisis cuantitativo y cualitativo de todos los gases eléctricamente neutros, con un peso molecular inferior o igual a una masa atómica de 50, también medía su abundancia isotópica.

LASE (Lower Atmospheric Experiment) Establecía perfiles verticales (densidad, presión y temperatura) de la atmósfera, desde 90 Km de altitud hasta la superficie.

4 imanes estaban colocados en el sistema de toma de muestras, separando los minerales magnéticos del resto; otros imanes colocados sobre el metal de los RGT capturaban el polvo cargado magnéticamente, además estaba provisto de tres sismómetros miniatura solidarios de la estructura del aterrizador para la medida de movimientos sísmicos.

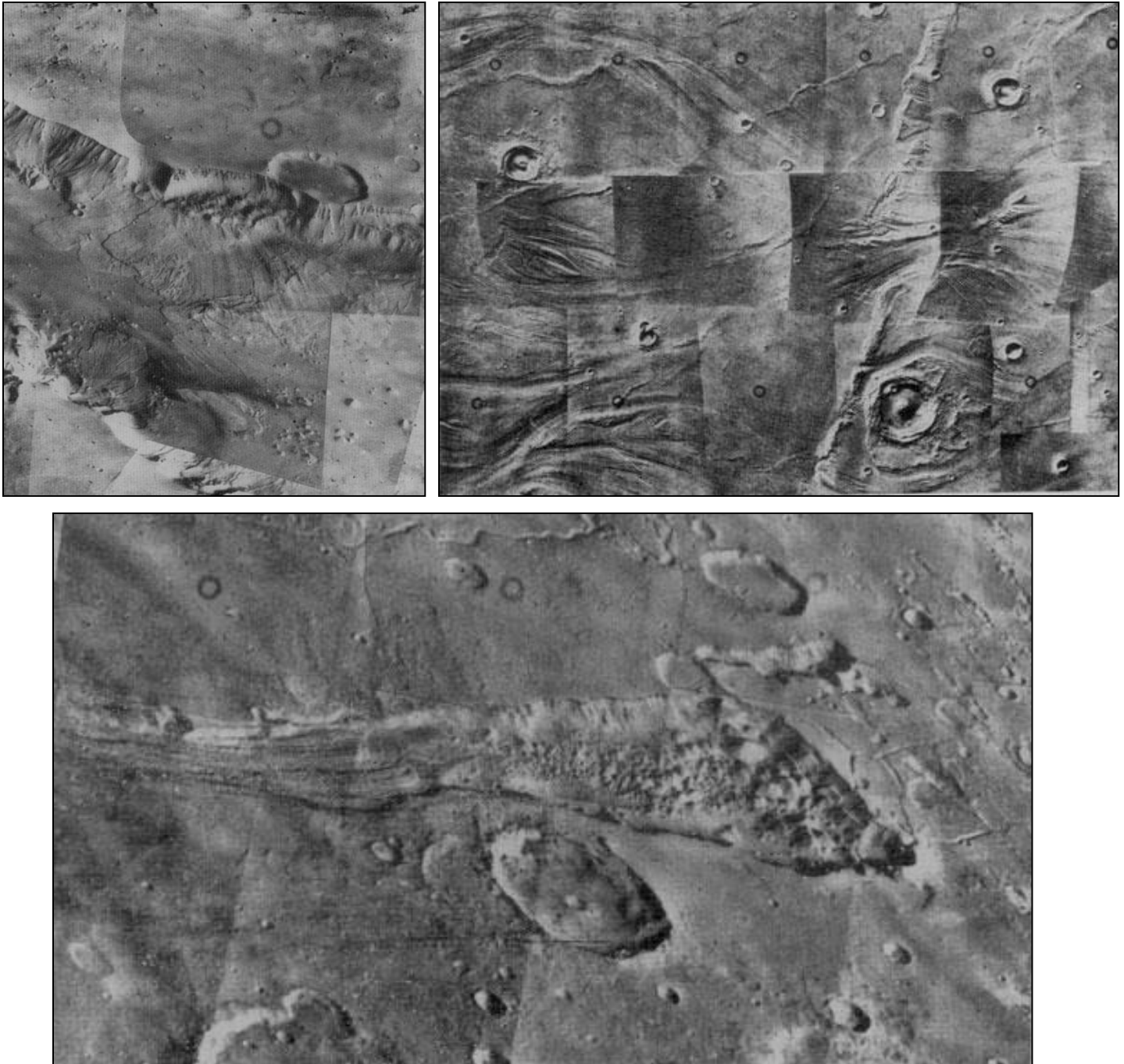
Para las medidas meteorológicas se usaron sensores colocados en lo alto de un mástil erguido tras el aterrizaje, las temperaturas se medían por medio de tres termopares, un anemómetro, constituido también por un termopar, se encargaba de la velocidad del viento y su dirección, un sensor de temperaturas se ubicaba en el sistema de toma de muestras, para conseguir establecer perfiles de temperatura en las proximidades del suelo, el sensor de presión estaba colocado bajo la estación, e iba midiendo las variaciones de presión conforme el aparato descendía hasta la superficie.

Para recoger las muestras del suelo, las sondas disponían de un sistema de recogida de muestras, constituido por una pala al final de un brazo robótico articulado de 3 m de longitud con la que cavar zanjas alrededor de la sonda, el brazo trituraba las muestras y las pasaba por un tamiz, ubicado en la parte final del mismo, para luego llevar dichas muestras a los compartimentos específicos para los experimentos, debajo de unos embudos situados en el cuerpo principal de la nave.

Para analizar la composición del suelo se trató de determinar el contenido en elementos químicos y la identificación de la composición molecular, el XRFS (X-Ray Fluorescent Spectrometer) era el encargado de los elementos químicos, mientras que el GCSM (Chromatograph Mass Spectrometer) lo era para los análisis moleculares y concentraciones de gas, orgánicos o inorgánicos.

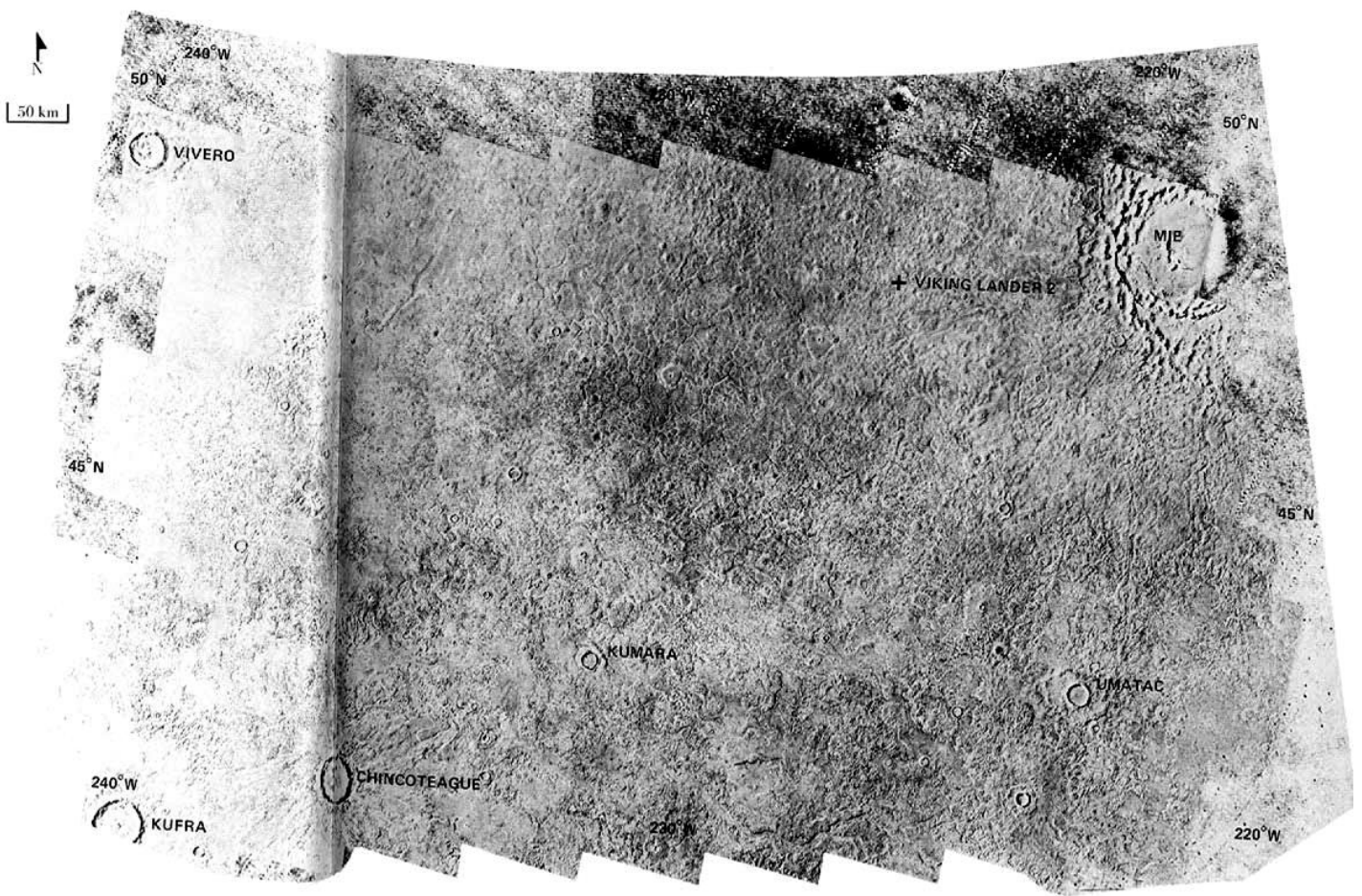
Observaciones de los orbiters Viking

Los orbitadores Viking recibieron primero datos para construir una imagen en color y para determinar las características colorimétricas de las diferentes partes de la superficie del planeta, las cámaras de televisión estaban equipadas con un conjunto de filtros de luz para el rango visible del espectro de $0,35-0,65 \mu\text{m}$, la aplicación de filtros violeta ($0,45 \pm 0,02$ micras), verde ($0,53 \pm 0,04$ micras) y rojo ($0,59 \pm 0,03$ micras) capaz de construir los tres una imagen coloreada, el análisis de estas imágenes, e imágenes multispectrales para varios intervalos mostró un gran contenido de información de estos datos en términos de discriminación de diversas formaciones naturales y la identificación de sus relaciones con los procesos de la superficie areomorfológicas y transformación locales.



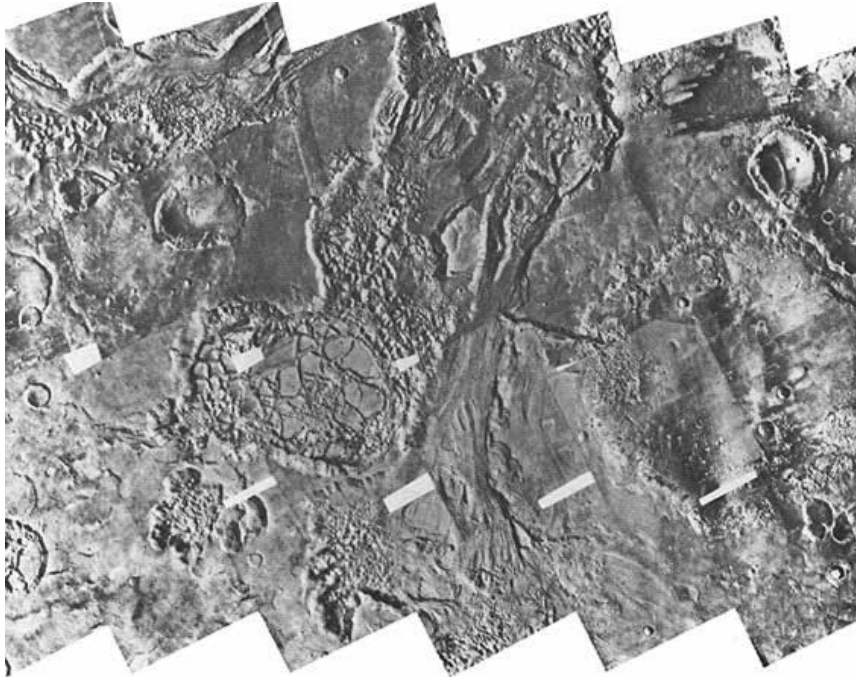
Las observaciones radiorefractivas permitieron determinar el radio de Marte, también ciertos parámetros de su atmósfera, determinar mediciones sobre las propiedades la superficie, las mediciones de radiorefracción Doppler relacionadas con la región Vastitas Borealis (63-69°N, 80-121°O) dieron valores de presión atmosférica y temperatura superficial que oscilaban entre 6,5 y 7,5 mbar ($\pm 0,5$ mbar); 180° C ($\pm 10^\circ$ C), con una distancia planetocéntrica de 3377-3376 Km; las condiciones de análisis de la señal del transmisor de propagación del lander Viking-1 (frecuencia de 400 MHz) llevó a la conclusión de que la constante dieléctrica relativa del suelo cercano era $3,5 \pm 0,5$, la conductividad varía en el intervalo de 10^{-3} - 10^{-5} (corresponde a los datos para piedra pómez) cerca del lander Viking-1 se observó un gran número de piedras de diversas formas, colores, texturas y tamaños, todas las piedras estaban cubiertas con una capa de fino polvo rojo.

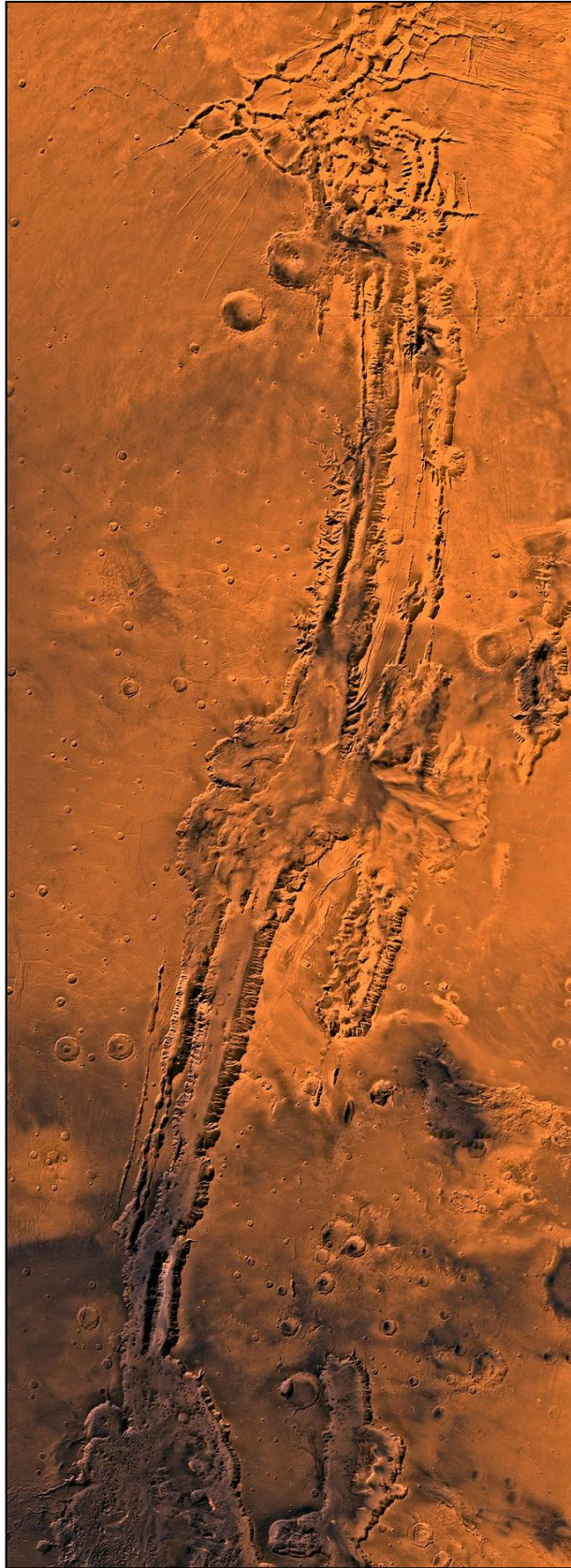
El análisis de las imágenes de la superficie de Marte desde los orbiters y de los lander indicaron numerosas huellas de vulcanismo, erosión por líquidos y por el viento, como también la deposición de material finamente disperso en la superficie, el número de cráteres en diferentes llanuras es aproximadamente 10 veces menor que en la Luna; la preservación de pequeños cráteres atestigua procesos lentos de erosión eólica, muchas imágenes de la superficie muestran la presencia de flujos de lava separados por fallas que forman crestas, también un gran número de cráteres de meteoritos dispersos sobre el área, lechos de ríos curvos se distinguen claramente.



Una interesante formación geológica es la meseta volcánica (uno de los sitios de aterrizaje propuestos para el lander Viking-2 denominado B-2) la superficie está surcada en esta zona por muchas fallas, con pequeños canales mas antiguos que las fallas, los diferentes tipos de cráteres de meteoritos indicaban la diversidad de sus edades.

Mucho más joven que otras formaciones geológicas es el fondo del cañón Vallis Marineris, mostrando la modernidad de los procesos que se producen allí, la morfología producida por las erupciones volcánicas revelaron que surgieron como resultado de la propagación sobre la superficie, diferenciándose así de las eyecciones de la Luna o Mercurio, las llanuras septentrionales presentaban vastas áreas de estructuras poligonales, similares a las observadas en las regiones árticas de la Tierra.

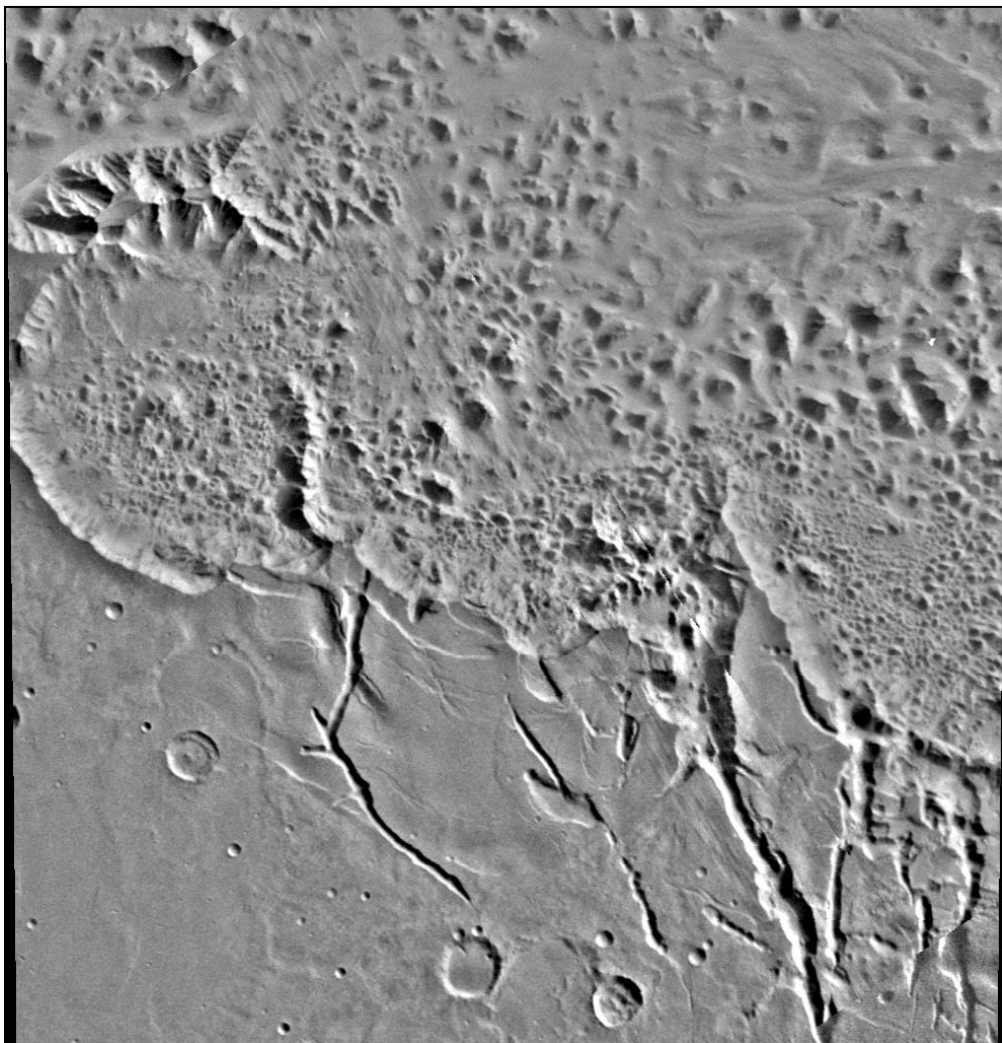




El análisis de las imágenes de la sonda Mariner-9 llevó a la conclusión de 5 tipos de canales en Marte: canales anchos, canales de tamaño medio devanados, pequeñas redes de canales ramificados, juntas de intersección de trincheras rectilíneas y canales que aparecen en los centros de los volcanes, los canales de los cuatro primeros tipos muestran signos de erosión hídrica, llenos de meandros y afluentes de ramificación, perfiles suavizados, el fondo formado, lo que indica la existencia de conductos, que llevó a suponer que estos canales eran lechos de ríos secos.

Las imágenes obtenidas con la máxima resolución espacial posible indicaban una gran similitud de la estructura del fondo de los canales marcianos con los canales y ríos en la Tierra, los canales del quinto tipo tienen, aparentemente, un origen volcánico, algunos de ellos surgen desde cráteres volcánicos, mientras que otros se encuentran a lo largo de los canales en forma de ejes (semejantes a la lava) y forman canales serpenteantes o conductos sin afluentes.

Todos los canales investigados del 5° tipo (con la excepción de dos casos) pueden interpretarse definitivamente como flujos de lava, las excepciones son casos de estructuras que combinan los rasgos característicos de los canales de ambos grupos y, al parecer, tienen un origen combinado; por el grado de degradación de los canales, como resultado de la aparición de pequeños cráteres, deslizamientos de superficie y otros signos del borrado, su edad se puede estimar en forma aproximada, los canales más antiguos fueron degradados hasta tal punto que eran difíciles de distinguir.



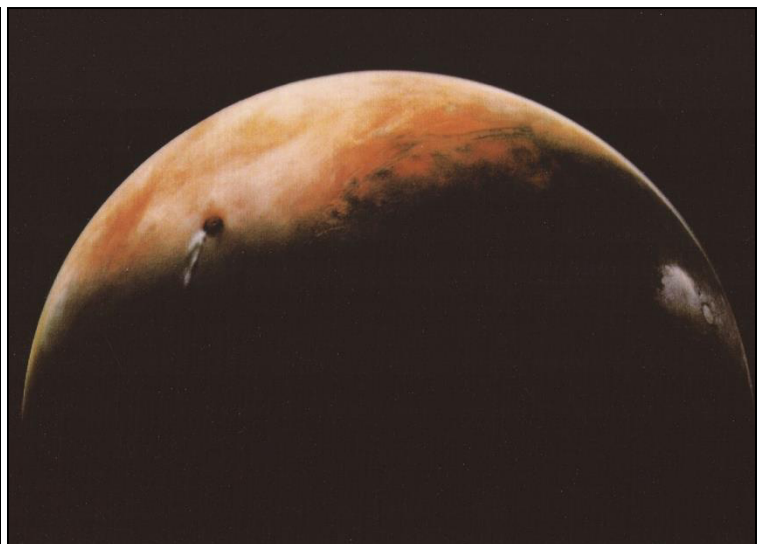


Las partículas de polvo pesadas en la atmósfera marciana dan al cielo un color rosado y determinan el mayor espesor óptico de la atmósfera, mediciones de espectrometría de masa de la atmósfera encontraron valores de las relaciones de concentración de isótopos de Nitrógeno y Argón que difieren de los observados en la atmósfera de la Tierra y demuestran la evolución de la atmósfera marciana, las mediciones del contenido de vapor de H₂O revelaron la presencia de variabilidad espacio-temporal, un alto contenido de vapor de H₂O es característico de las regiones polares del N en el verano, las mediciones de temperatura en las regiones polares del S indicaron la probabilidad de condensación de los componentes volátiles de la atmósfera.

Luego de 3 meses de observaciones orbitales se resolvieron tres preguntas que permanecían abiertas durante mucho tiempo, el origen de los canales de Marte, la naturaleza de los casquetes polares y la composición de la atmósfera en el pasado geológico, análisis de la estructura del relieve en una serie de áreas en las imágenes que se obtuvieron con los orbitadores indicaron su origen fluvial, generando la hipótesis de que el fluido responsable de la formación de canales fuese H₂O, lo más probable es que el H₂O apareciera en la superficie no como resultado de las lluvias, sino como resultado de la filtración del suelo o el derretimiento del hielo subsuperficial.

Existen tres tipos de canales que tienen varios orígenes, canales de una estructura compleja con afluentes que aparecieron bajo la influencia de la lluvia; grandes canales formados como resultado del surgimiento de aguas subterráneas de los lagos subterráneos de origen geotérmico en la superficie; canales pequeños resultantes de la filtración lenta de las aguas del subsuelo, dado que la fusión del hielo subsuperficial se asocia naturalmente con la actividad volcánica, se supone que durante la evolución de Marte hubo varios períodos de formación de canales asociados con el aumento de la actividad volcánica.

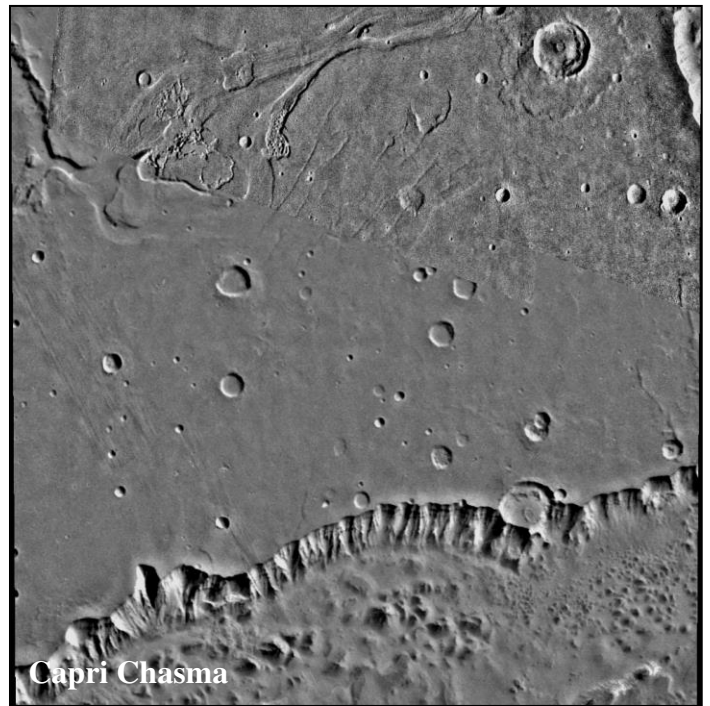
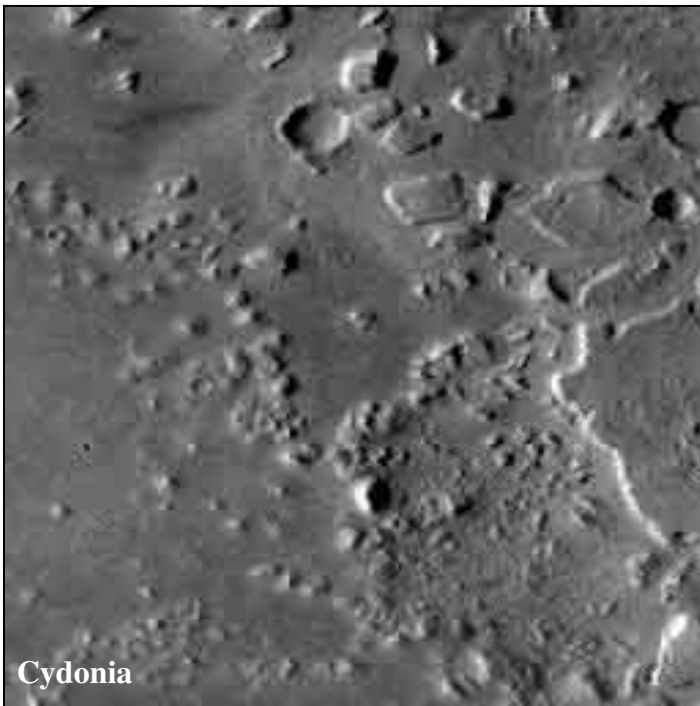
Mediciones espectroscópicas indicaron que aumentaba el contenido de vapor de H₂O en la atmósfera con la amplitud a su valor máximo sobre los polos, lo que indicaba la presencia de casquetes polares de hielo de H₂O, esta conclusión fue confirmada por los resultados de las mediciones de IR, lo que llevó a una temperatura de la superficie tan alta (205°C) que la evaporación de hielo de dióxido de Carbono debía ocurrir en invierno; (respectivamente, hemisferios N y S) en los polos se acumula una gran cantidad de hielo seco y aumentan las dimensiones de los casquetes polares, mientras que en el verano se derriten, reduciendo el tamaño de los casquetes polares por evaporación de hielo seco, no se pudo estimar cuánto hielo hay acumulado por las capas polares, es posible que el espesor del hielo sea de varios cientos de metros, lo cual es suficiente para formar una capa global de H₂O de aproximadamente 0,5 m de espesor con fusión completa de hielo, el H₂O puede existir en forma de permafrost y fuera de las capas polares.



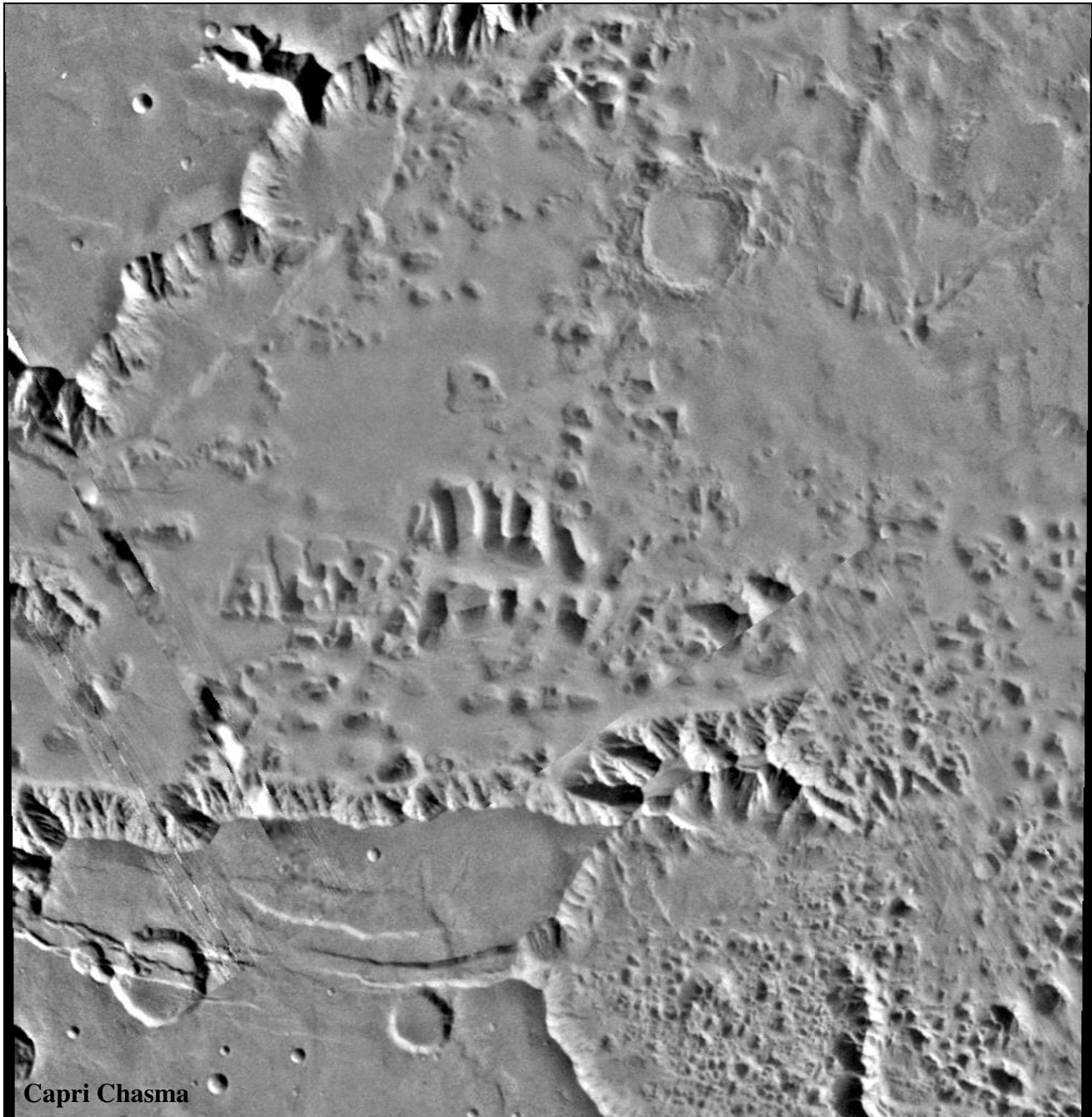
La medición de la composición de la atmósfera llevó a los valores de la concentración de Nitrógeno y gases nobles, que sugieren la posibilidad de que en el pasado haya sido más densa la atmósfera de dióxido de carbono, los datos sobre el Argón indicaron que la presión atmosférica en la superficie podría alcanzar 100 mbar y los datos sobre el Nitrógeno permitieron una presión de hasta 1000 mbar.

Durante los primeros 30 días en órbita alrededor de Marte, utilizando dos cámaras de TV, se tomaron cerca de 1000 imágenes de la superficie del planeta, que tienen una resolución de 100 m a un poco más de 1 Km, dado que el principal objetivo eran los lugares de amartizaje, se estudiaron porciones cerca de Chryse Planitia, Cydonia y cerca Capri Chasma, la mayoría de las imágenes se refiere a esas áreas, el uso de seis filtros de luz permitió obtener imágenes en seis secciones del espectro y por lo tanto tener la capacidad de componer imágenes en color.

La presencia de imágenes superpuestas de alta resolución hizo posible analizar en detalle las características del relieve de la superficie en estas áreas y, en particular, para identificar la existencia de formas de relieve fluviales y eólicos, en la cuenca de Chryse Planitia, en cráteres pequeños que contienen llanuras, que son, al parecer, los flujos de lava de composición basáltica, la considerable erosión del material de las mesetas y la forma del relieve sugieren el origen fluvial de las estructuras de relieve observadas, accidentes geográficos analizados cerca de Cydonia indicaron una historia muy compleja de su formación bajo la influencia de procesos volcánicos, eólicos y tectónicos.



El estudio de imágenes relacionadas con el área cercana a Capri Chasma, las ramas del sistema del cañón ecuatorial, revela la presencia de zonas planas relativamente lisas situadas entre numerosos cráteres con un fondo plano, la más impresionante es la vista del cañón, en las paredes de las cuales hay rastros claros de deslizamientos de superficie, las paredes del cañón de hasta 2 Km de altura revelan la presencia de varias unidades estratigráficas que sufrieron procesos de erosión diferencial, las capas superiores se caracterizan por la presencia de grandes bloques de roca, mientras que las capas inferiores tienen la apariencia de un material fluido con una débil cohesión de las partículas, la mayor parte de la parte inferior del cañón está desprovista de características estructurales, lo que indica su edad relativamente joven, la presencia de bandas brillantes y campos de dunas indica la influencia activa de los procesos eólicos.

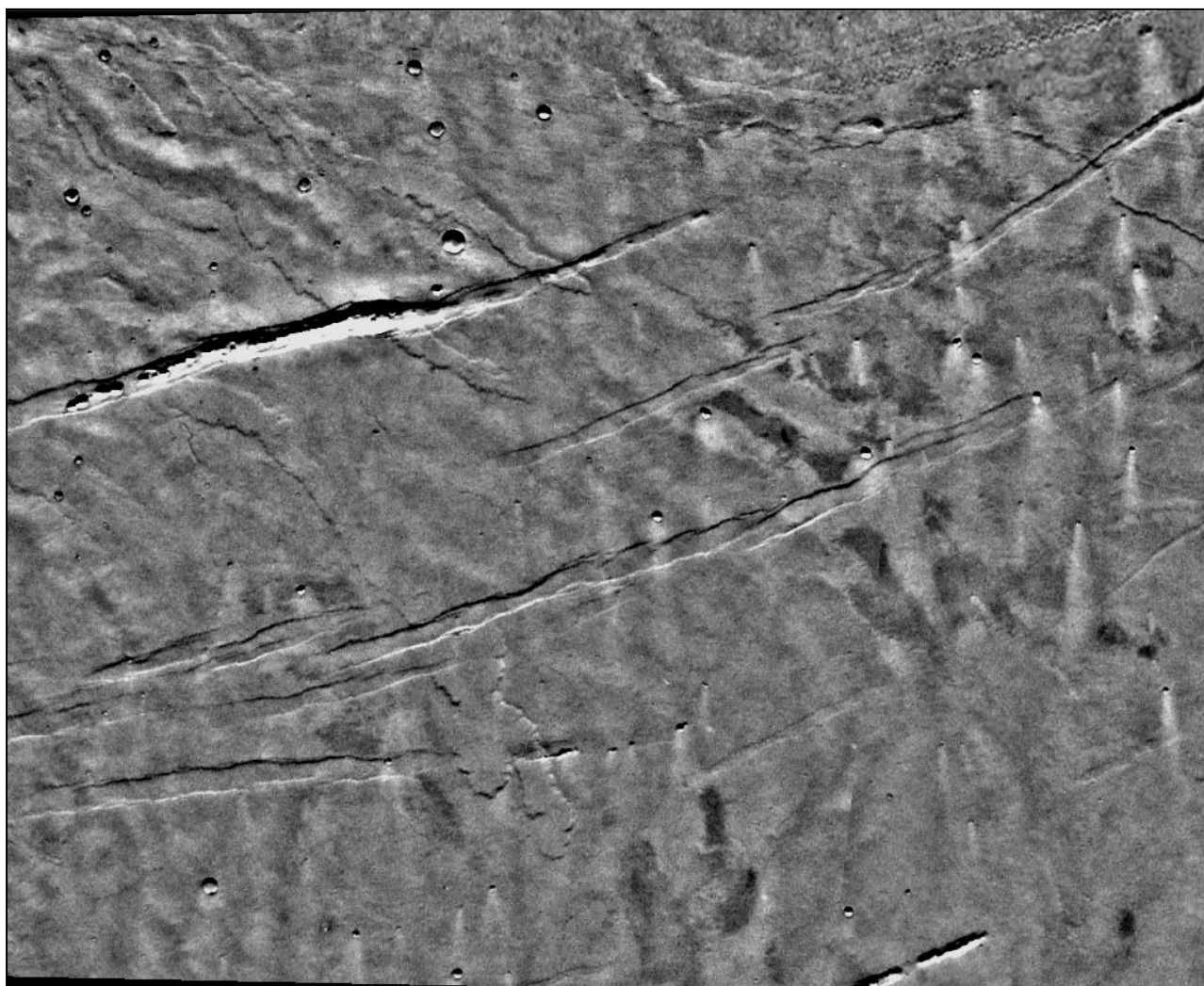


Capri Chasma

Un ejemplo vívido del relieve eólico se muestra en las dunas de arenas gigantes, ubicadas a unos pocos grados de latitud al S del ecuador, las dunas individuales tienen un diámetro de hasta 500 m, formadas por viento que sopla desde el O, las dunas cerca de las paredes del cañón; probablemente, las paredes se formaron principalmente como resultado de deslizamientos de tierra, cuyos productos triturados son eliminados por el viento, lo que lleva a una expansión gradual del cañón.

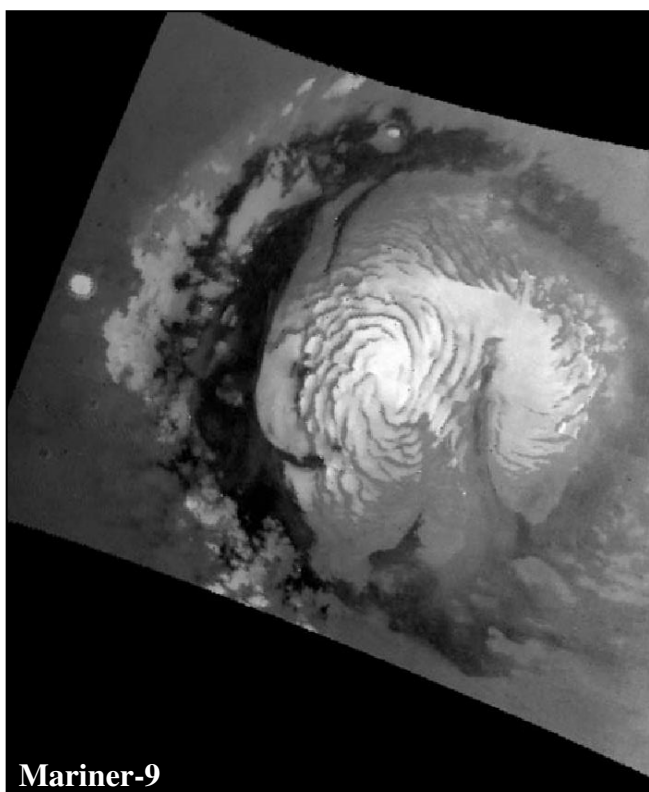
Un análisis de la imagen de la parte norte de la región considerada confirma la conclusión extraída de los datos de Mariner-9 de que existe una estrecha relación entre las características fluviales y la estructura caótica del relieve; esto se deriva, en particular, del hecho de que una serie de estructuras de relieve fluvial precedidas por una distancia de aproximadamente 400 Km precede a una parte del relieve caótico con un diámetro de unos 50 Km.

Las imágenes revelaron la existencia de cráteres jóvenes en Marte que no habían sido vistos por otras naves, cuya estructura es diferente de los de la Luna o los cráteres de Mercurio, estos cráteres están rodeados de laderas y crestas empinadas, más allá de que en algunos casos están dispuestos los rayos en la estructura de relieve y la acumulación de cráteres secundarios (la existencia de un número significativo de pequeños cráteres indica los lentos procesos de erosión en Marte) las estructuras radiales son un indicador de la distribución de los productos de erupción, se observaron cuatro tipos de estructuras cambiantes, bandas brillantes asociadas con cráteres; rayas brillantes, confinadas a pequeñas colinas; bandas oscuras asociadas con los cráteres y campos de dunas de arena.

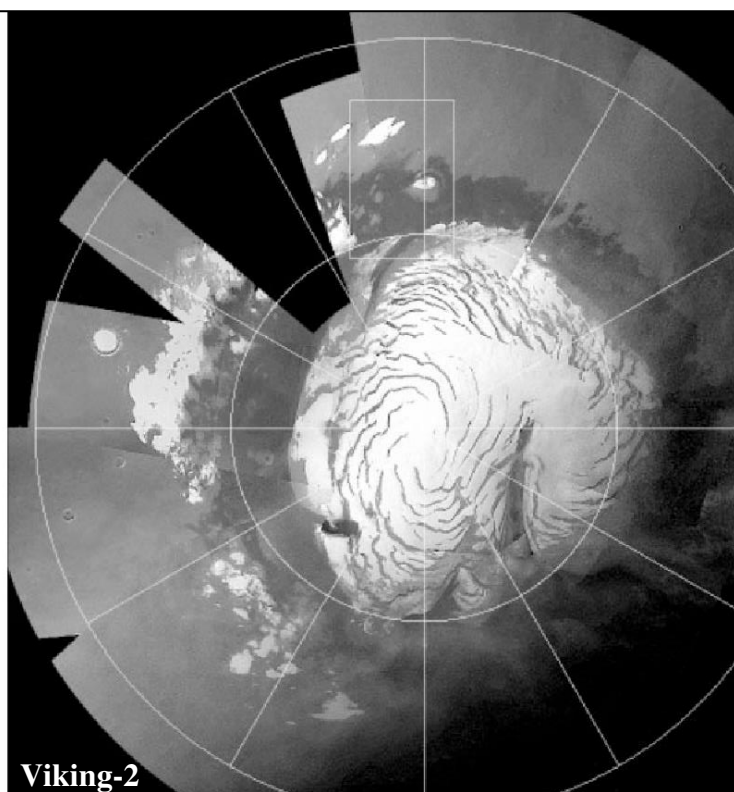


La comparación con las imágenes superpuestas de Mariner-9 (1972) reveló muchos más detalles del relieve, pero sólo encontró cambios muy pequeños en las estructuras durante un período de cinco años, en algunos lugares había nuevas bandas brillantes o el tamaño de bandas oscuras había aumentado, existían coincidencias de direcciones de chorros oscuros y flujo de viento (al parecer, las bandas brillantes son más estables que las oscuras, y no se verían afectadas por vientos débiles).

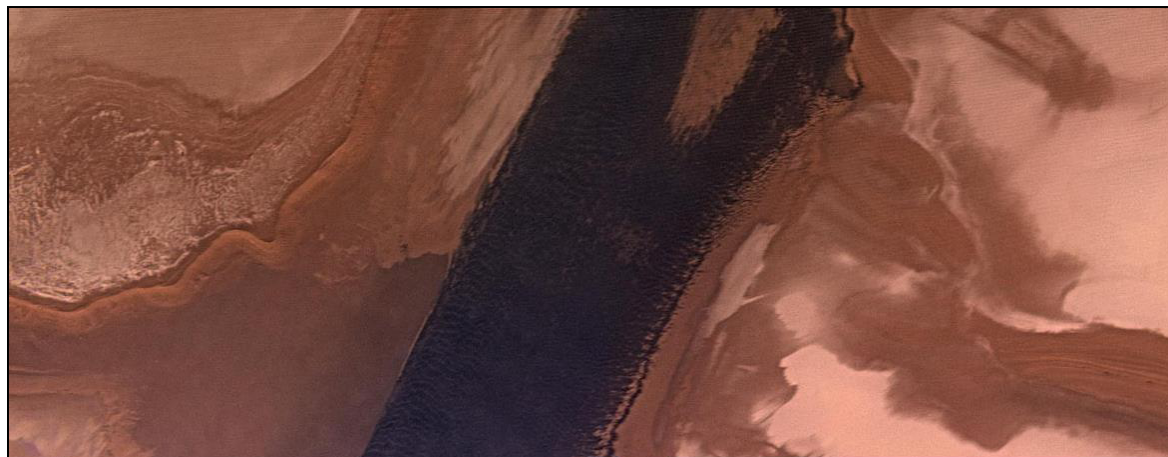
De gran interés fue la observación de la fusión de la capa polar N, de acuerdo con los datos del orbiter Viking-2, en el verano en el hemisferio N, el casquete polar declinó como resultado de la fusión a un mínimo mostrando bandas blancas brillantes y llegando a ser más cohesiva hacia el N, libre de hielo, las tiras oscuras estaban dispuestas en forma de espirales que convergían hacia el centro del casquete polar (es posible que la ausencia de hielo aquí se deba a la influencia de los vientos que soplan desde el centro del casquete polar, el límite S de la capa polar se encontraba a alrededor de los 82° N del planeta).



Mariner-9

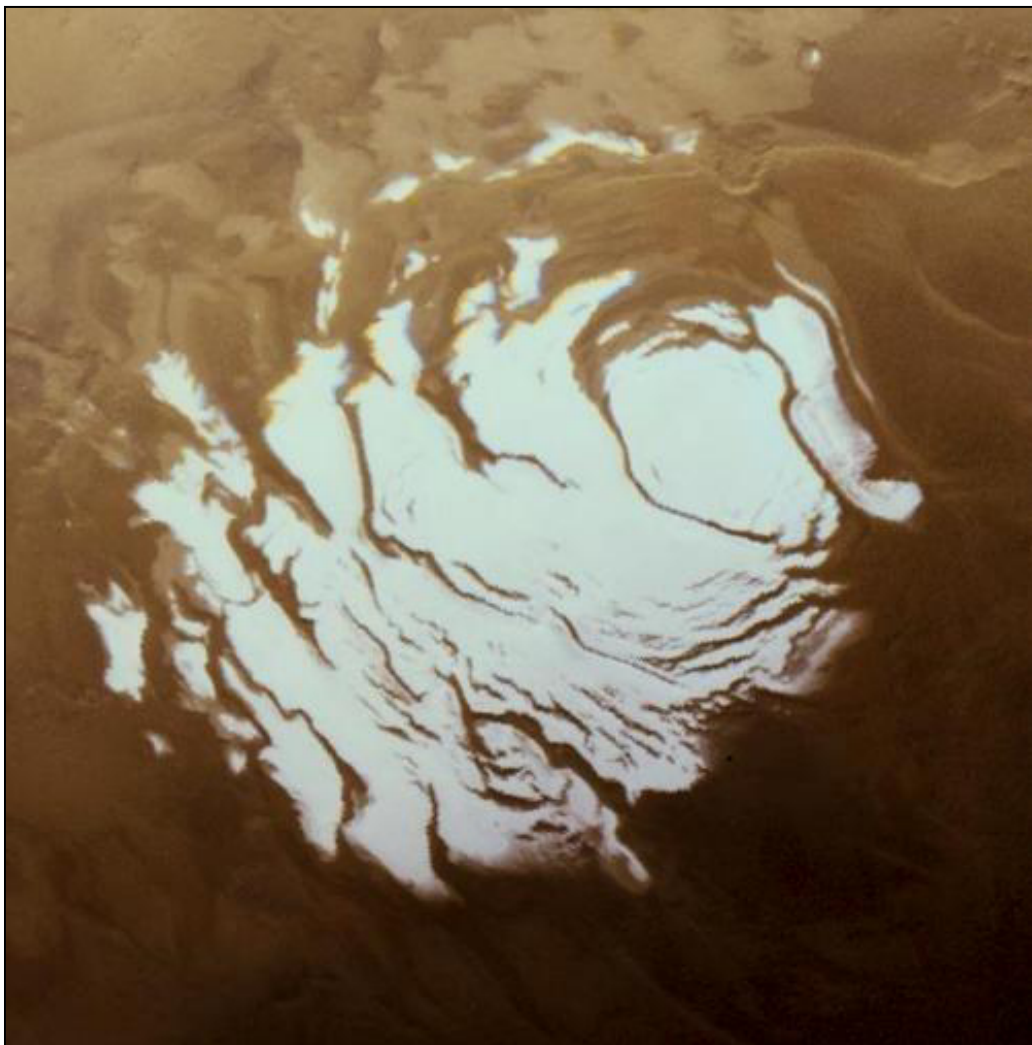


Viking-2



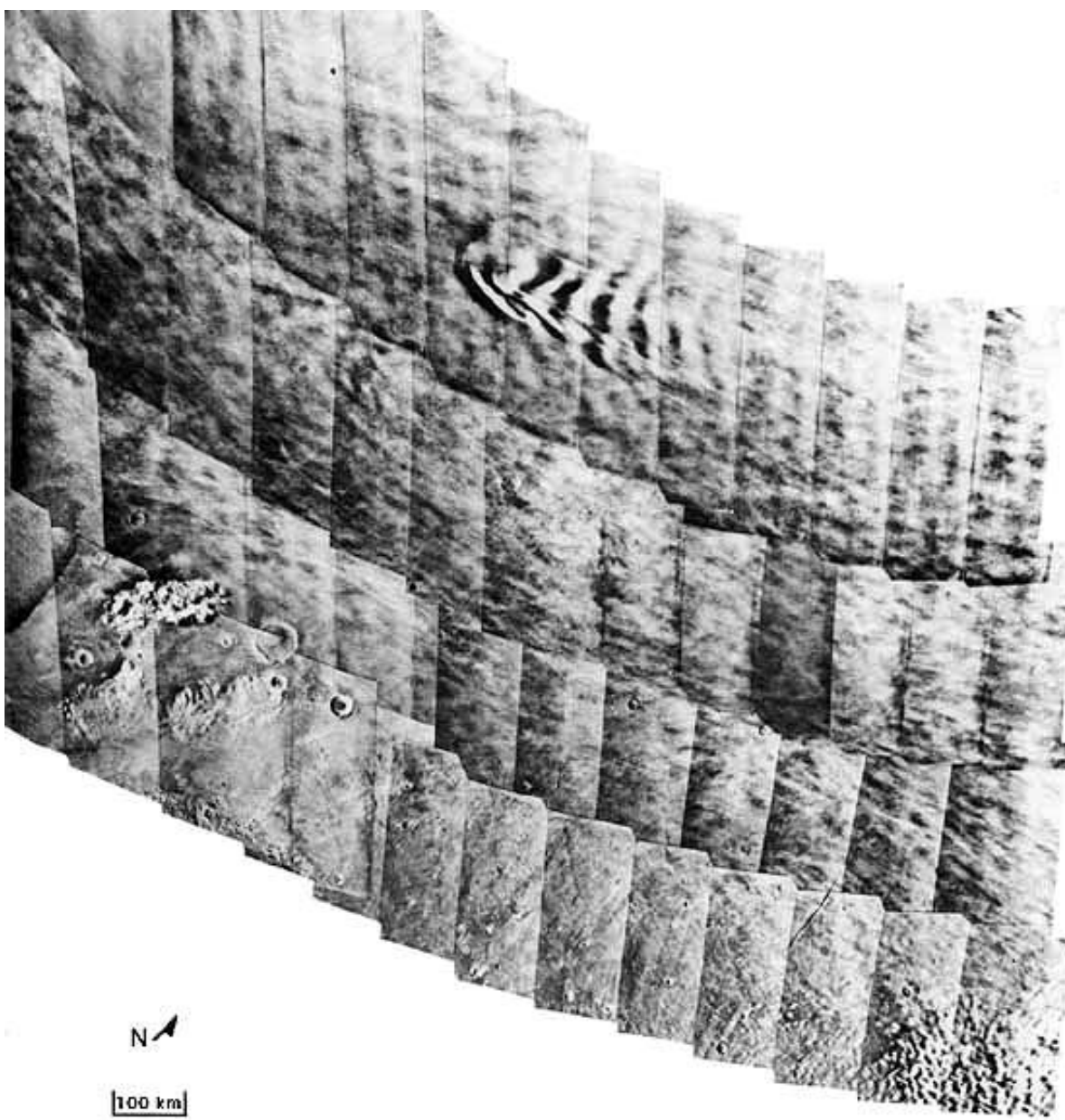
El 30-09-1976 Viking-2 entró en órbita en un ángulo de 75°, lo que permitió imágenes de toda la región polar norte de Marte en condiciones favorables de la luz solar, el análisis de aproximadamente 700 imágenes de alta resolución obtenidas confirmó sobre la presencia en las regiones de los casquetes polares de extensos depósitos estratificados cubiertos principalmente por depósitos de hielo perenne, la heterogeneidad de la estratificación indicaba una evolución compleja del clima durante la formación de los depósitos, en un área 800000 Km² se encontraron cráteres de impacto jóvenes, como también estructuras circulares de 2-8 Km de tamaño, probable restos de cráteres de impacto, que deben ser considerados como evidencia de la rápida erosión de los sedimentos, los datos recogidos indicaron la existencia de tres tipos de estructuras geológicas, sedimentos en capas en la región polar central; zona de dunas adyacente; superficie plana craterizada, aparentemente un substrato estratificado de las dos primeras estructuras geológicas.

El casquete polar perenne, que según las mediciones IR, consiste en hielo de H₂O, se localiza principalmente dentro del perímetro de formaciones estratificadas, la erosión de sedimentos estratificados es la causa de las laderas en terrazas observadas en las imágenes, la gran extensión de las terrazas indica que reflejan la existencia de capas continuas delgadas con una extensión del orden de miles de Km², el mecanismo más probable para la formación de capas es la deposición de polvo de la atmósfera, que es probable que se vea afectada por la distribución de la capa de hielo y la modulación por los cambios climáticos asociados con las variaciones en los parámetros de la órbita de Marte.



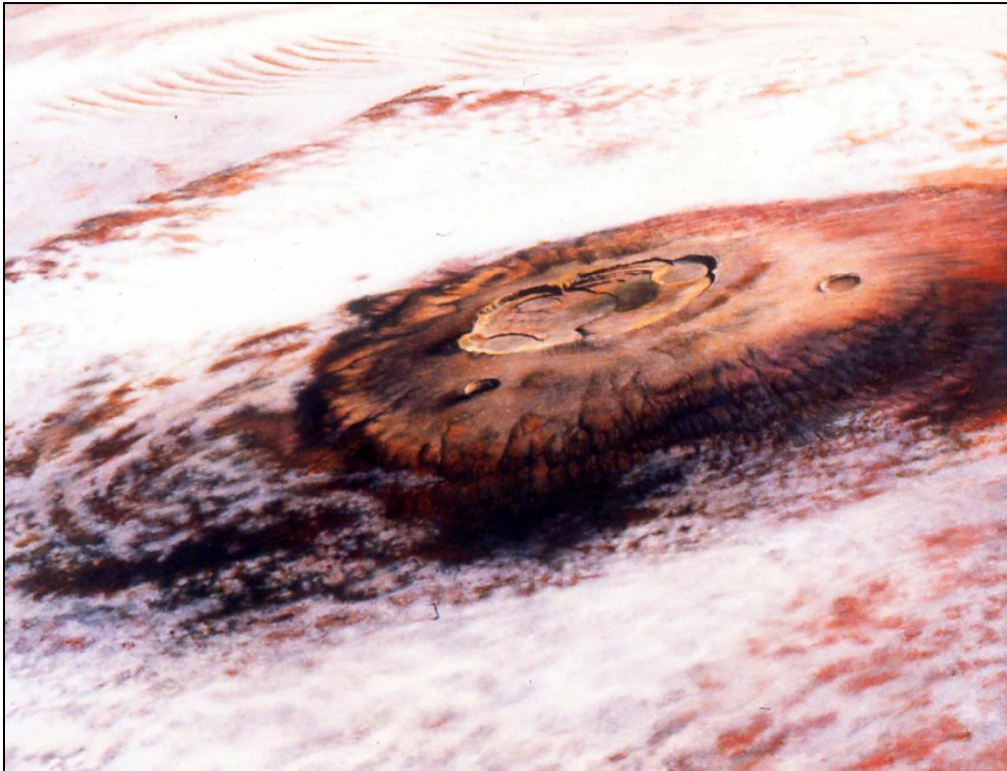
La presencia de dunas que se extienden en dirección longitudinal y transversal; las cadenas de dunas que están dispuestas como regularmente y no cambian la dirección a distancias de más de 100 Km, muestra la característica del viento, las formas inestables de las dunas reflejan una gran variabilidad en la dirección media y la velocidad del viento en las áreas respectivas; aparentemente, las dunas se formaron a partir de una porción de los depósitos de material laminado que se sometió a la erosión eólica, los depósitos de polvo asentados en la atmósfera sometido a acreción, son lo suficientemente grandes como para participar en el proceso y juega un papel importante en la formación de dunas.

Imágenes obtenidas en la aproximación a Marte mostraron que en el hemisferio S la atmósfera era bastante clara, mientras que en el hemisferio N, las capas de turbidez existían en todas las longitudes, haciendo difícil observar la superficie, el propósito principal de la interpretación de las imágenes desde el punto de vista de los fenómenos atmosféricos fue estudiar el polvo de la atmósfera en la zona de amortizaje de los lander, las imágenes del borde del disco del planeta revelaban la presencia de una neblina multicapa en altitudes de hasta 25 Km.



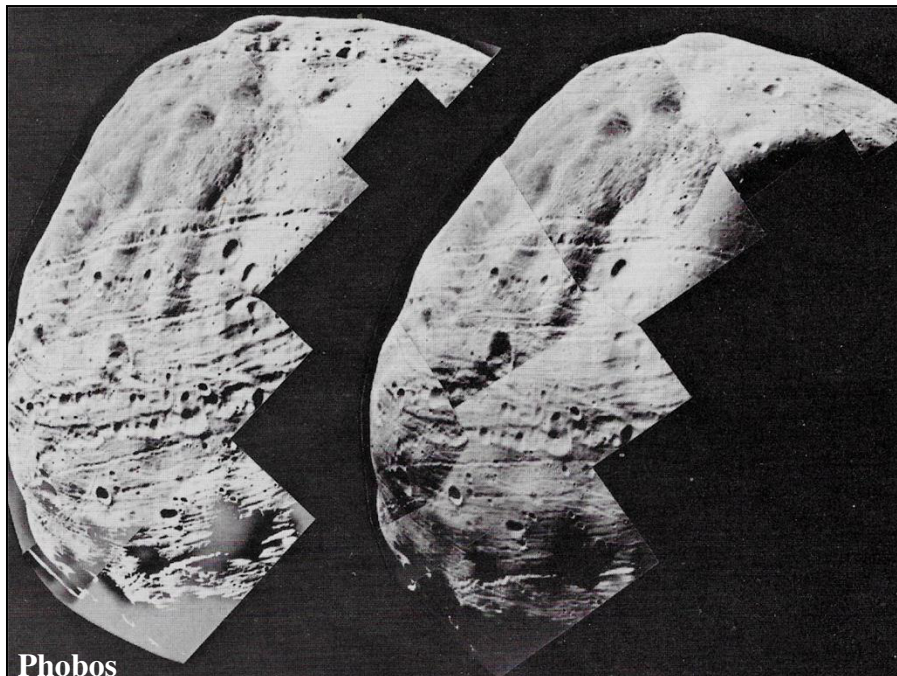
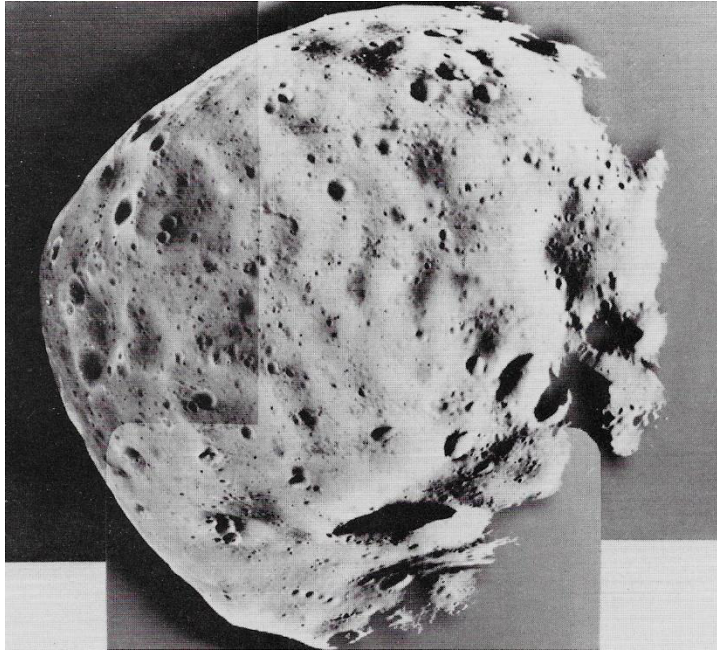
Se descubrieron varias formas de nubes discretas (que se distinguían de la neblina difusa regional) nubes blancas clásicas en la región de Tharsis; nubes brillantes difusas, consistentes en manchas individuales del tamaño del orden de varios Km; nubes ecuatoriales (nubes típicas que consisten en condensado y tienen, aparentemente, naturaleza convectiva); nubes onduladas extendidas, que se observaron alrededor del mediodía en la zona del ecuador y aparentemente consisten en hielo (la longitud de las nubes era de unos 10 Km).

Las nubes onduladas sirvieron como un indicador de la dirección del viento y las condiciones para la estabilidad atmosférica, también se observaron puntos brillantes que fueron interpretados como niebla en la superficie, las imágenes obtenidas durante la primera fase del Viking-1 no revelaron la presencia de nubes de polvo, un ejemplo de esto, fueron las nubes pertenecientes al área del volcán Olympus Mons, el mas grande del Sistema Solar, cuya altura alcanza los 24 Km, el diámetro de la caldera (cráter volcánico) es de 80 Km y la base del volcán es 800 Km, las nubes consisten en hielo de H₂O y se forman durante el enfriamiento del aire que se eleva a lo largo de la pendiente, la altura máxima del límite superior de las nubes fue de unos 19 Km, las nubes están más desarrolladas al O del volcán, un sistema claramente manifestado de nubes onduladas se extendía a una distancia de varios cientos de Km, como las observaciones desde la Tierra mostraron anteriormente, las nubes en este caso se hacen visibles en la tarde y tienen un claro curso anual, se pueden observar principalmente en primavera y verano en el hemisferio N, se obtuvieron fotografías de la superficie, en las cuales se ve claramente cómo nubes de niebla se elevan de algunos cráteres y grietas, ellos desaparecieron 50 min después del amanecer, pero, después de otros 30 min, manchas blancas de niebla fueron nuevamente registradas en las fotografías, esta fue la primera evidencia visual de la existencia de grandes cantidades de H₂O, algunos científicos sugirieron que hay aún más H₂O en Marte que en la Tierra, pero no está claro cómo el agua puede existir en Marte en forma líquida, ya que en este planeta las temperaturas muy bajas y la presión atmosférica es de 5-7 mbar; a esta presión, el H₂O debería hervir y pasar al vapor a una temperatura de 0° C o menos y es posible que la evaporación se produzca desde un estado sólido, pasando por alto el líquido, pero incluso ese corto tiempo cuando el agua todavía puede estar en el estado líquido es suficiente para iniciar la vegetación, es posible que microorganismos marcianos puedan utilizar H₂O en forma de hielo o escarcha.



Phobos y Deimos

Los orbiters tomaron fotografías de alta resolución de Phobos y Deimos (se cree son asteroides capturados por la gravedad de Marte) rocas muy poco densas y se ha llegado a especular que tengan una textura porosa, las fotografías de Phobos muestran un cuerpo irregular de 27×22×19 Km, con un cráter bastante grande denominado Stickney de 11 Km de diámetro, también son característicos unos surcos o cadenas de cráteres que tal vez puedan ser cráteres secundarios de grandes impactos sobre Marte, Phobos, como la Luna, siempre muestra la misma cara al planeta que orbita, Deimos, luna más lejana de Marte, es algo más pequeño 15×12×11 Km y también muestra la misma cara hacia el planeta, las fotografías mostraron cráteres, pero los relieves son mucho más suaves que los de Phobos, los satélites presentan idénticas características a los asteroides tipo C, de tipo Condrito Carbonáceo.



Operación de reentrada atmosférica y primera foto

Los experimentos sobre el programa Viking se dividían en cuatro categorías: orbitales, experimentos a la entrada a la atmósfera, estudios sobre la superficie e investigación científica utilizando instrumentos de radioastronomía, en los orbiter y lander existían cámaras de televisión capaces de detectar pequeños detalles de la superficie del planeta y el posible movimiento de seres vivos de grandes dimensiones y equipados con un espectrómetro IR capaz de detectar vapor de agua, también los orbitadores llevaban un sensor térmico IR para medir la temperatura superficial del planeta.

Durante el descenso del aparato en la atmósfera de Marte, el espectrómetro de masas instalado en la sección descendente permitía determinar la composición de los gases de la atmósfera y de la ionosfera, también fue planeado para ser utilizado en combinación con un dispositivo pirolítico y un instrumento de cromatografía de gases en la superficie de Marte para estudiar sustancias orgánicas (con este fin, el calentamiento preliminar de 100 mg de suelo se hacía primero a 200° C, después a 350° C y 500° C, el lander tenía dispositivos para registrar la fluorescencia causada por radiación de rayos X con el fin de revelar la composición cualitativa y cuantitativa de las sustancias inorgánicas del suelo marciano, como así también sensores para determinar la presión y la velocidad del viento

La desaceleración del compartimiento de lanzamiento Viking-1 comenzó a una altura de 240 Km de la superficie, cuando la velocidad de descenso alcanzó 1350 Km/h (a una altitud de 6 Km), se abrió una estructura de cinturón de paracaídas de 16,2 m de tejido de poliéster, la cúpula del paracaídas con 48 líneas de 27 m de longitud estaba conectada al nudo de la bisagra en la parte superior del lander; a una altura de 1200 m, este paracaídas era disparado automáticamente desde el compartimiento descendente, y su frenado adicional ocurría usando los cuatro motores situados en el cuerpo del compartimiento, esto permitió reducir la fuerza de impacto del lander en la superficie, amortizando en la zona de Chryse Planitia; el lander Viking-2 amortizó en la llanura de Utopía Planitia (6400 Km al N-O del sitio de amortizaje del Viking-1) la distancia del orbitador desde el centro del planeta en el periapsis era de 4900 Km, y en el apoapsis era de 36000 Km, la órbita sincrónica garantizaba el paso de orbitador sobre el lander en cada vuelta a una distancia de unos 1500 Km, permitiéndole recibir datos durante un período de hasta 40 minutos, la información recibida era grabada y poco después se transmitía a la Tierra, la duración de comunicación y transferencia de datos científicos diarias con el lander eran de aproximadamente una hora.

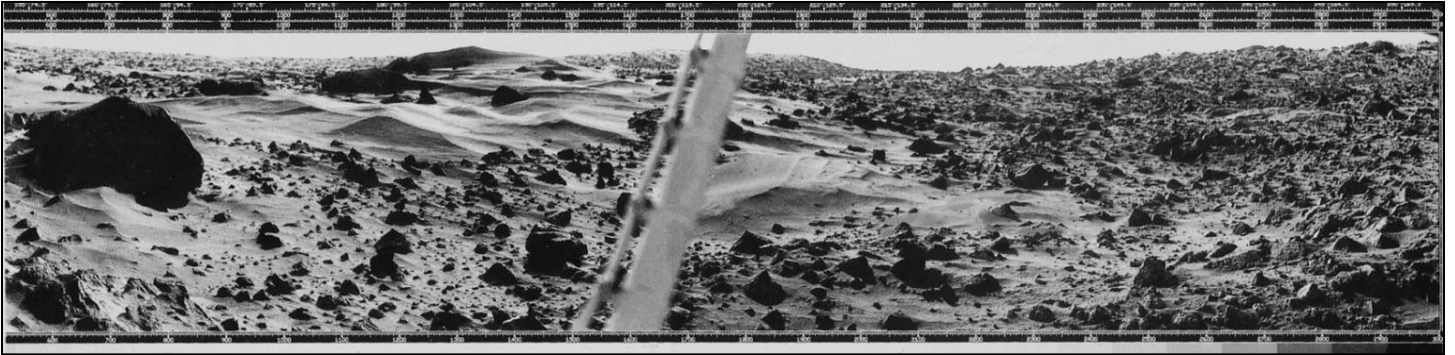
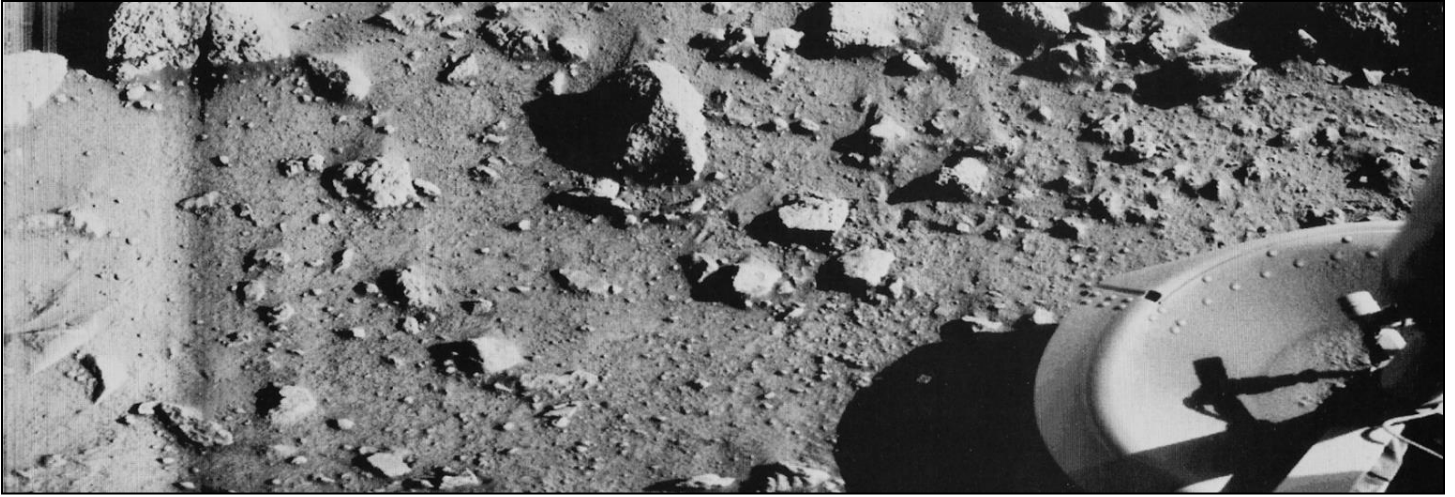
Luego de unos pocos segundos del amortizaje, Viking-1 comenzó a transmitir las primeras imágenes (Marte en ese momento estaba a unos 400 millones de Km de la Tierra) en una de las imágenes, se podía ver una sección de la superficie de Marte en la vecindad inmediata del lander, los científicos distinguieron el polvo levantado durante el amortizaje que se asentaron sobre el soporte en forma de platillo del aparato, así como muchas piedras pequeñas y afiladas, también se obtuvo la primera imagen panorámica, en la que se veía un horizonte relativamente plano, cubierto de dunas de arena y sembrado de grandes piedras (parecido al fondo de un lago seco, donde alguna vez 2 o 3 ríos fluyeron en formaciones de canal).

Viking-2 también envió una serie de fotos del sitio de amortizaje, Utopía Planitia, que se presentaba como una llanura con piedras de diferentes formas y tamaños, pero más suave que el área de amortizaje de Viking-1.

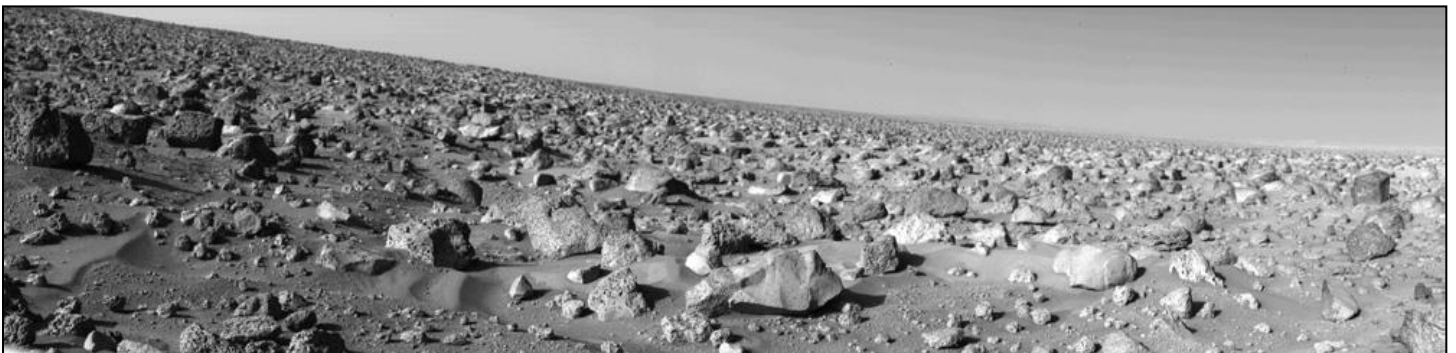
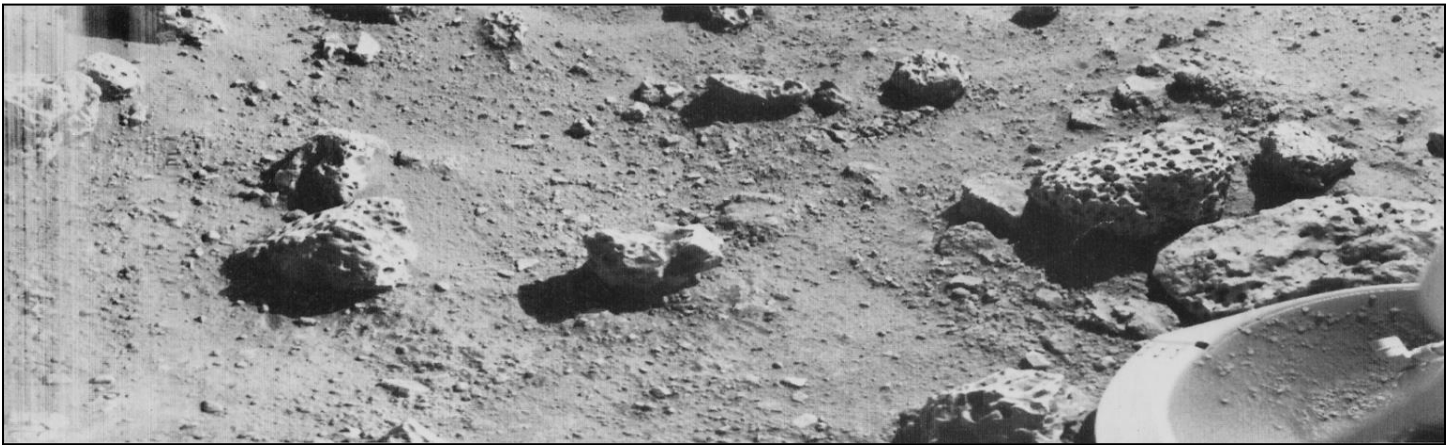
El análisis elemental de muestras de suelo mostró minerales hidratados con alto contenido de Hierro, de naturaleza basáltica, una parte significativa del material superficial (5-10%) es magnética, los análisis de dos muestras de suelo no detectó compuestos orgánicos, el experimento biológico dio resultados vagos, pero fue muy útil en términos de química superficial.



Viking-1 (Chryse Planitia)



Viking-2 (Utopía Planitia)



Viking-1- Chryse Planitia

Las imágenes de la zona de amortiguaje obtenidas desde el lander mostraron que la región puede ser caracterizada como topográficamente lisa, la formación del relieve observado aquí se debió a una combinación de procesos fluviales, vulcanismo, impactos de meteoros, erosión eólica, transporte y meteorización química, basándose en el análisis de las imágenes, se describen en detalle especialmente cerca del punto de aterrizaje partículas finas del suelo con dimensiones del orden de décimas de mm, se cubre con numerosas piezas de roca, que tienen bordes bien definidos, una de las imágenes panorámicas muestra un sitio ocupado por pequeñas dunas de arena e intersección con una franja de piedras oscuras.

Los detalles de la morfología de la superficie de Marte, cubierto con piedras de varios tamaños y formas, llama la atención la ausencia de pronunciadas huellas en la superficie causadas por el viento, el polvo que se asentó durante el aterrizaje en el soporte del lander permaneció inalterado durante dos días después de la primera imagen desde el vehículo de descenso.

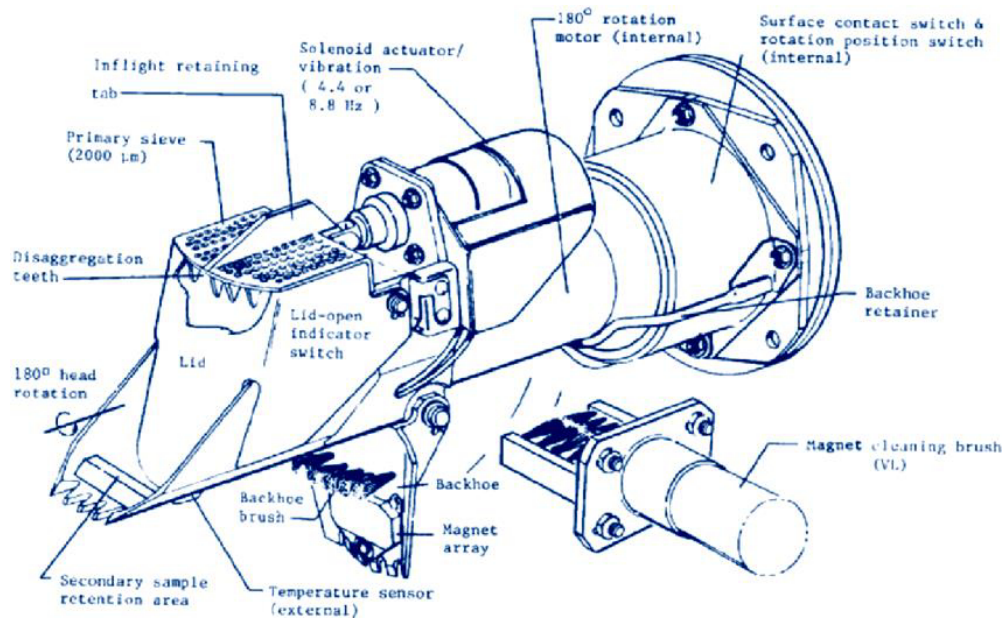
Dispersas sobre la superficie de pedazos de rocas tienen una variedad de formas y tamaños, la construcción de la distribución del número de piedras por el tamaño reveló una semejanza a los datos similares para la luna (cráter Tycho) se observan gravas de colocación, lo que indicaba la influencia de la erosión eólica y las huellas de impacto sobre las rocas, las dunas de material de grano fino permitían estimar la dirección del viento.

Las imágenes a color muestran la superficie de Marte de color rojizo oscuro, que recuerda a la limonita terrestre, tienen rocas, piedras y pequeñas partículas de superficie, las mediciones espectrométricas mostraron, sin embargo, que la limonita no puede ser el componente principal del polvo marciano, es posible que el color de la superficie marciana esté determinado por la formación de limonita en la superficie de las rocas como resultado de su oxidación e hidratación.

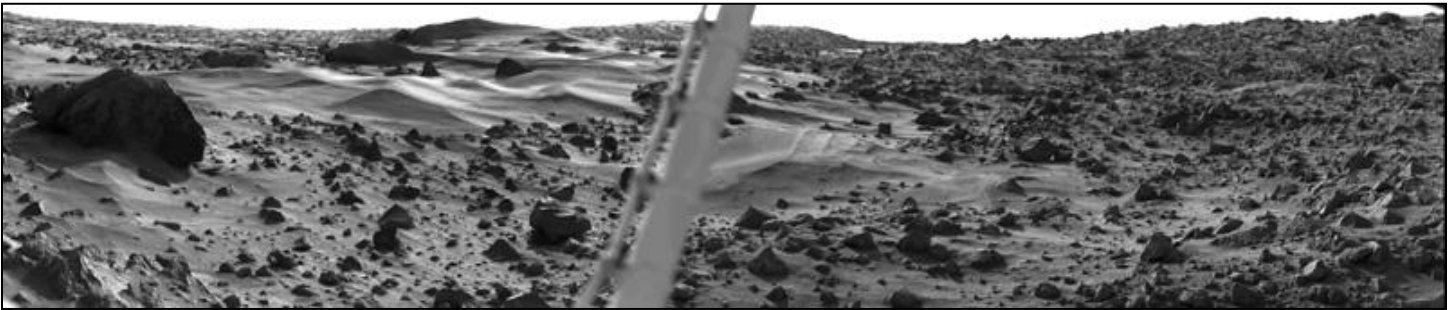
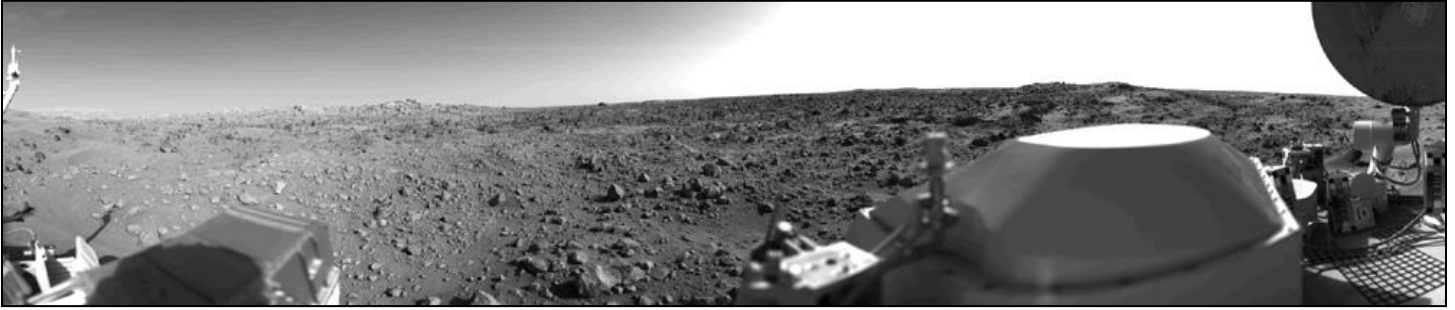


En el primer día en la superficie marciana del Viking-1 su primer informe meteorológico fue transmitido por la tarde, un viento débil del E, después de un cambio por la medianoche al S-O, su velocidad máxima de 24 Km/h, presión 7.7 mbar, temperatura de 5°C, por la tarde -30°C, era posible que en la segunda mitad del día se elevara la temperatura aún más, pero no se realizaron mediciones a esta hora del día.

Para estudiar la composición del suelo se utilizó una cuchara mecánica (dispositivo de muestreo) que cavó un primer pequeño surco que fue fotografiado, los bordes del surco no se derrumbaron, como si se hubiera excavado en arena húmeda, de esta observación, los expertos concluyeron que el suelo de Marte era relativamente blando y tiene pegajosidad; el análisis de elementos inorgánicos en el suelo mostró que el Hierro es el componente principal (alrededor del 12-15%) de la superficie rojiza de Marte, entre otros elementos encontrados estaba el Silicio (13-15%) Aluminio (2-7%) Calcio (3-8%) Titanio (0,5-2%) y pequeñas cantidades de Fósforo, Rubidio, Estroncio, Zirconio, Potasio; según su composición, el suelo de Marte parecía estar cerca de los basaltos.







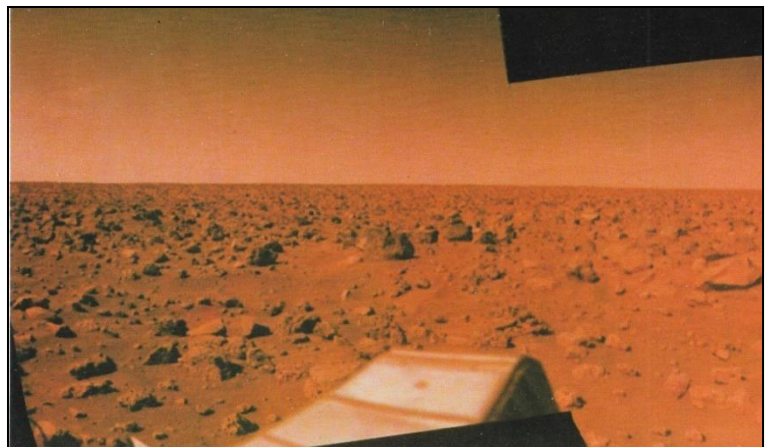
Viking-2 - Utopía Planitia

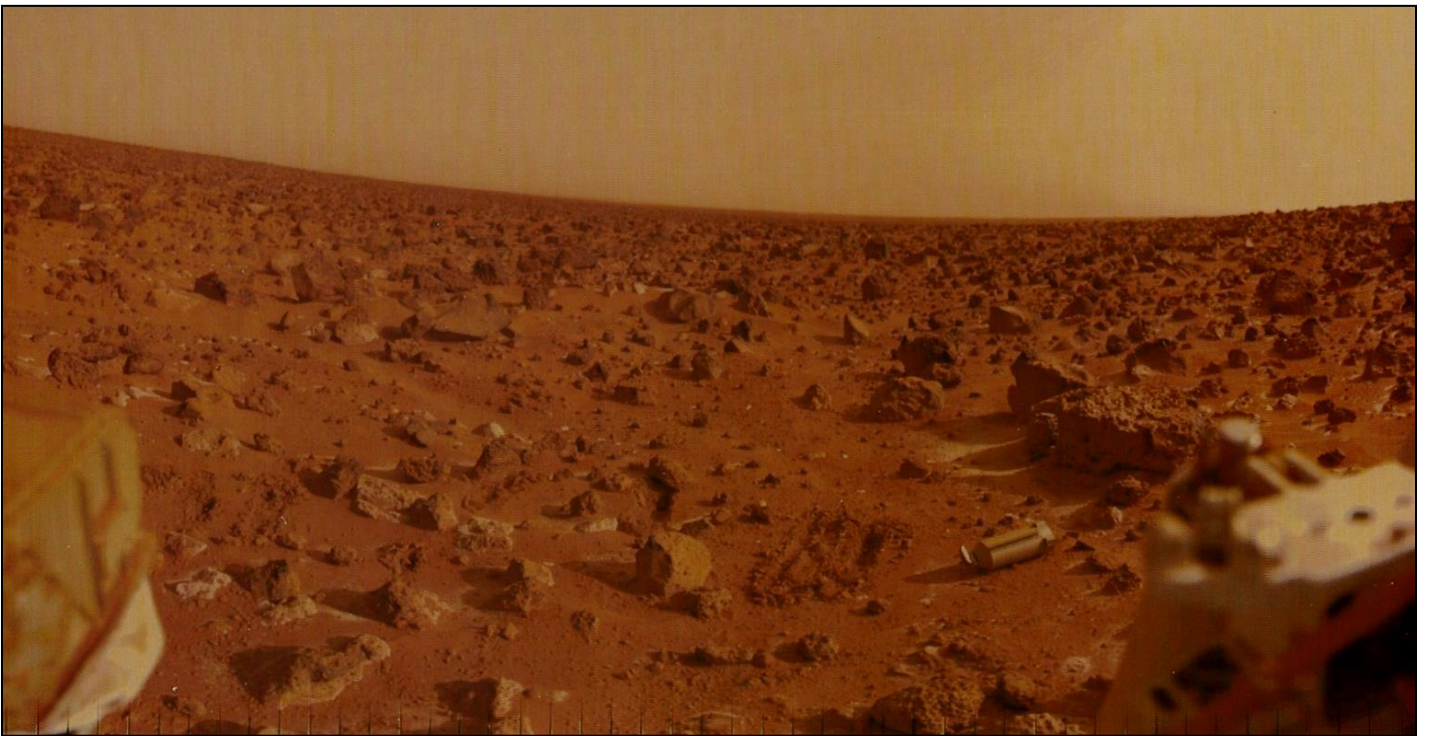
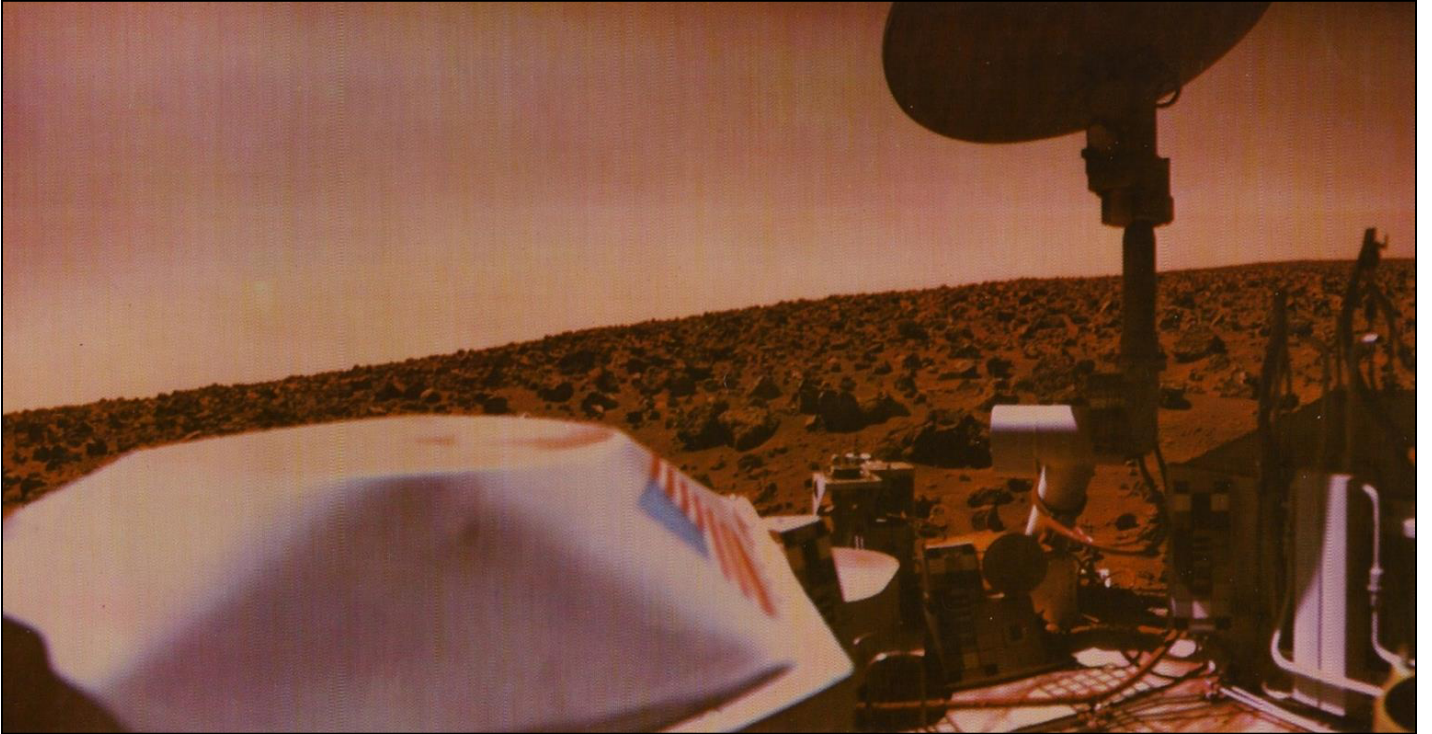
El 3-09-1976 comenzó a operar la cámara panorámica del lander Viking-2, el análisis de las imágenes obtenidas (aproximadamente 575 imágenes recibidas antes del 5-11-1976) mostró que la superficie del área era un desierto rojizo plano, disecado relativamente libre de las rocas (aproximadamente 1 m de ancho y 15 cm de profundidad) existen al menos cuatro procesos posibles que pueden ser responsables de la formación de canales, agrietamiento de lava como resultado de la compresión al enfriarse; expansión térmica y la compresión del terreno congelado, que, aparentemente, se acompaña de fusión; agrietamiento durante el secado de minerales de arcilla saturados con agua; procesos fluviales (este último, sin embargo, es poco probable).

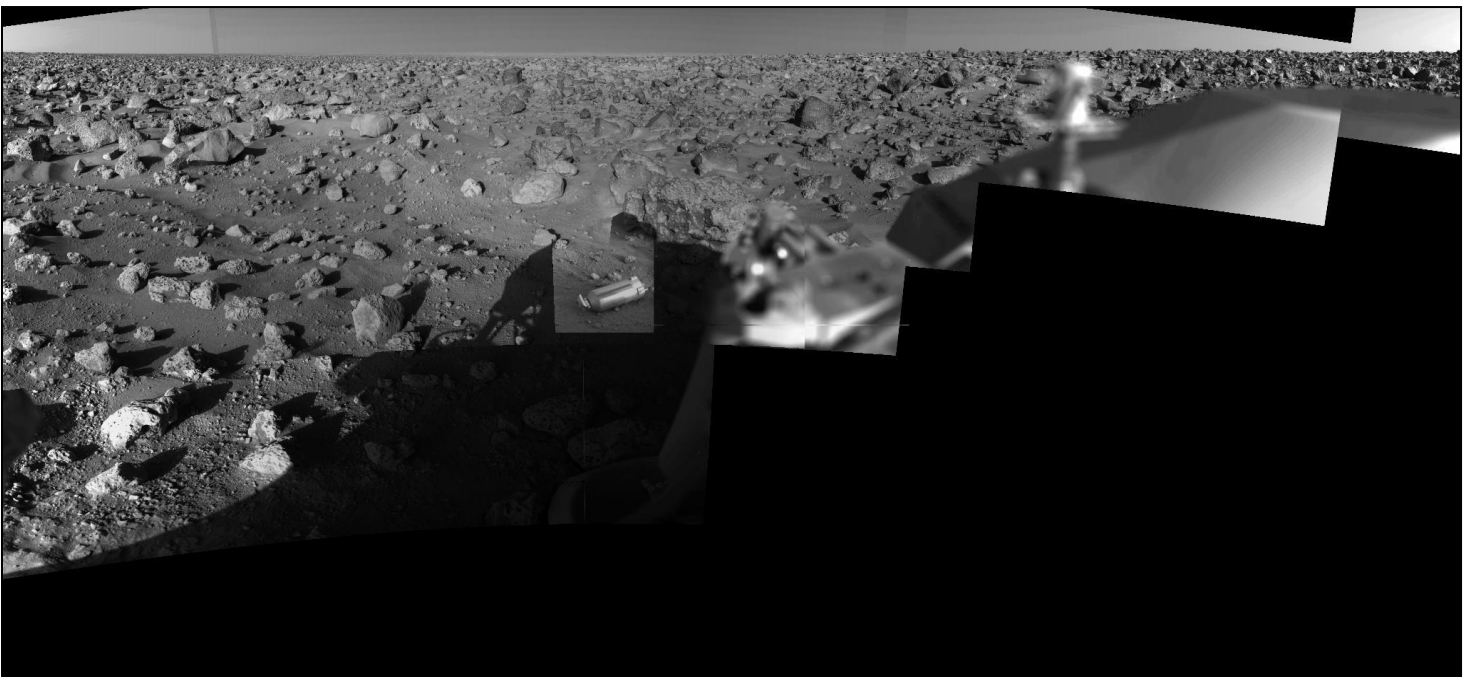
El horizonte es extremadamente plano, al E del lander se encuentra una meseta, coincidiendo con la dirección de las rocas que componen parte del cráter del volcán Mie, las piedras en el sitio de amartizaje Viking-2 son, por regla general, más porosas que las encontradas en el sitio de amartizaje del Viking-1, aunque la porosidad de las piedras se interpreta más naturalmente como resultado de su origen volcánico, pueden ofrecerse otras explicaciones, como el efecto de la erosión eólica, en comparación con las rocas cerca del Viking-1 (caracterizadas por una variedad de albedo, forma y textura) las rocas de Utopía Planitia son similares en albedo y textura porosa, no se encontraron afloramientos de roca madre, las pequeñas partículas de suelo en ambos sitios son muy pequeñas ($\leq 100 \mu\text{m}$) y aparentemente, forman una corteza superficial.

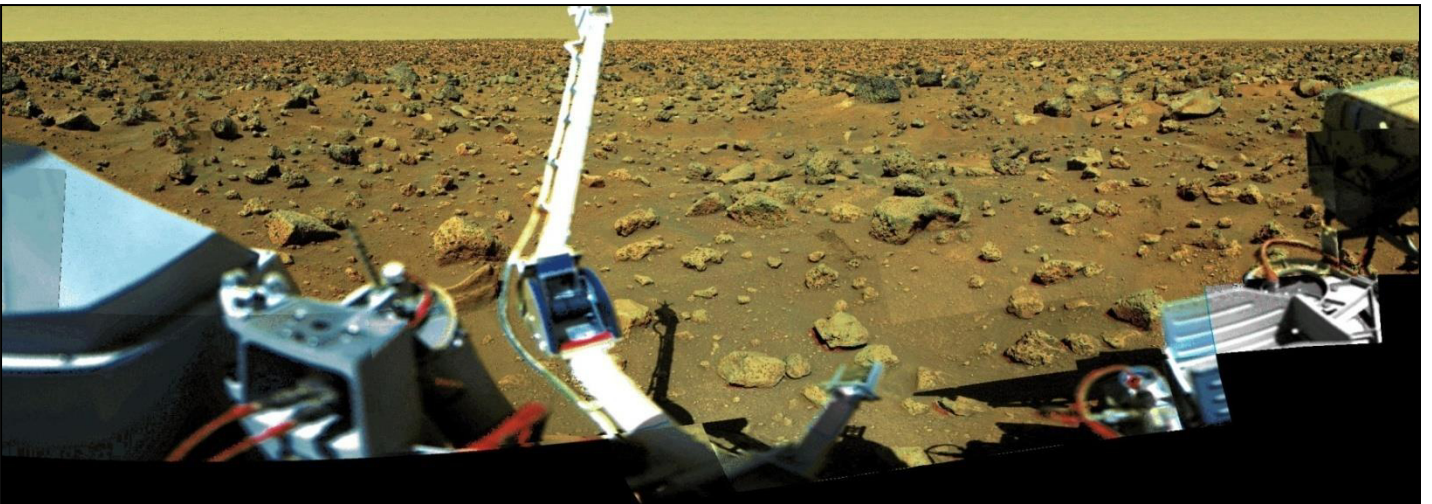
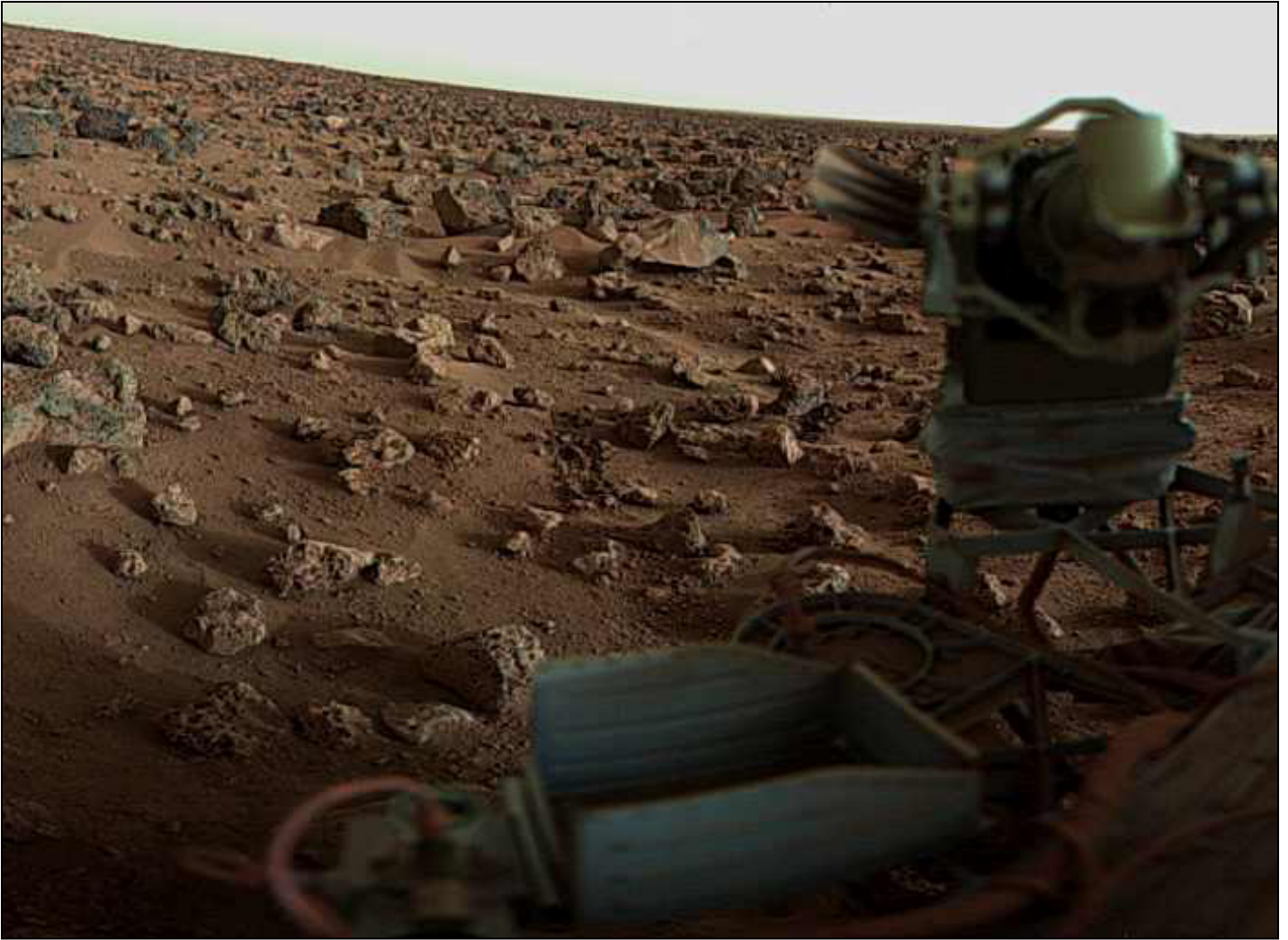
El análisis de las imágenes panorámicas indicaba un brillo comparable del cielo marciano y la superficie, el brillo observado del cielo está completamente determinado por el efecto del polvo en aerosol, un cálculo aproximado conduce a un espesor óptico de la atmósfera igual a 0,2 que es equivalente a las condiciones continentales típicas en la Tierra, los componentes más probables del aerosol son las partículas molidas elevadas por el viento y los cristales de hielo formados durante la sublimación del vapor de H_2O en la atmósfera, desde el punto de vista del color del cielo, es más probable que el aerosol consista en partículas del suelo con un límite inferior de dimensiones de aproximadamente $0,1 \mu\text{m}$, que debe ser fuertemente absorbido por los rayos azules y dispersado en el rojo, este aerosol debe ser considerado como un fondo global, debido a su gran resistencia durante el día y la ausencia de tormentas de polvo durante el período de observación, el brillo del cielo es comparable con el brillo de la superficie del planeta y está casi totalmente determinado por la contribución de la dispersión de aerosoles, el espesor óptico de la atmósfera resultó ser menor, siendo aproximadamente 0,25 a una longitud de onda de $0,67 \mu\text{m}$, que en el caso de Viking-1 (0,35) no se observaron cambios en el terreno excepto aquellos que estuvieron asociados con el muestreo del suelo, siendo coherente con los datos sobre la debilidad del viento.

La presencia de grandes cantidades de partículas de polvo, ejerce una influencia en el régimen térmico de la atmósfera de absorción, causando gradiente vertical de temperatura en la troposfera superior y desarrollando una atmósfera diurna más delgada, este espesor significativo de la atmósfera, puede generar una variación de la temperatura, lo que genera los correspondientes cambios en la presión y el viento, un análisis preliminar de las imágenes de superficie alrededor del lander durante los primeros diez días no reveló ningún cambio causado por el viento, lo que se debe a la relativa debilidad del viento, como tampoco reveló rastros de vida.



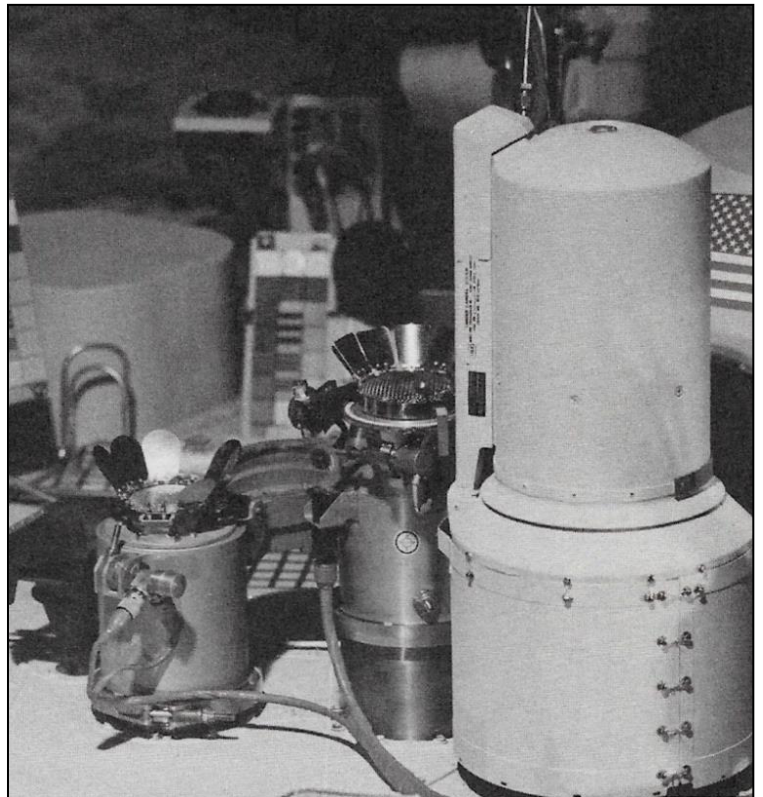
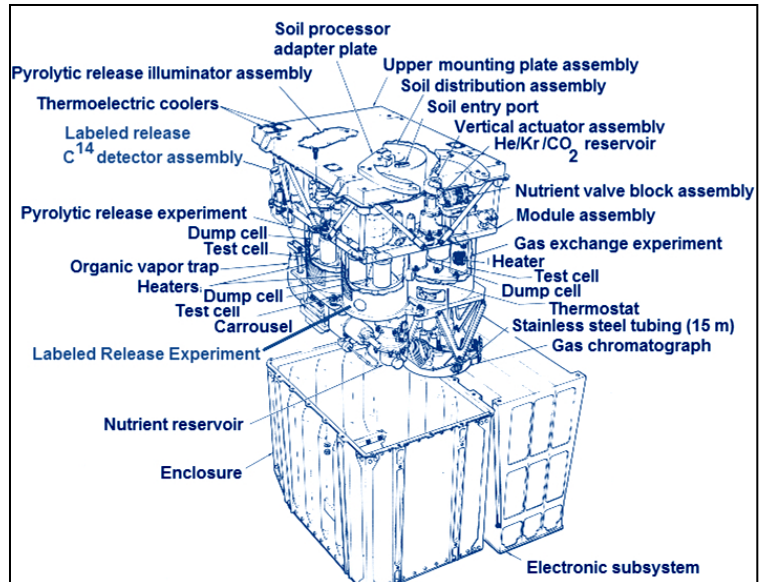




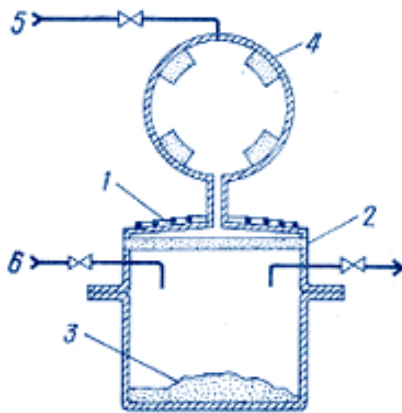


Experimentos biológicos

Se planificaron tres experimentos biológicos, medición del dióxido de Carbono radiactivo liberado cuando los microorganismos consumían el sustrato; un experimento de asimilación de Carbono-14 y dióxido de Carbono-14, el registro de los cambios en la composición del gas durante el desarrollo de microorganismos en la cámara de incubación (un recipiente para el cultivo) la composición de los experimentos se eligieron de tal manera que se tengan en cuenta los requisitos en la alimentación de la gama más amplia posible de los microorganismos, Xerófitas (tolerantes a la sequía) y organismos autótrofos (utilizado para alimentar la sustancia inorgánica) y heterótrofa (consumo de compuestos orgánicos) cada compartimiento de aterrizaje estaba equipado para tomar muestras de suelo con una cabeza retráctil, un brazo mecánico, la cabeza se extendía por medio de una varilla tubular para una distancia de 0,9 a 3 m dentro de un ángulo de azimut de 120°, la entrada del cucharón estaba cubierta con un amortiguador, que evitaba que el suelo se derramara, luego de la operación de eliminación de suciedad, el conjunto de cubo giraba de manera que se pudieran distribuir las muestras a tres cámaras del laboratorio biológico, cada cámara podía contener de 1 - 2 cm² de superficie marciana, se planearon 35 experimentos a bordo de la estación, de los cuales 15 fueron para estudiar las propiedades químicas del suelo y la detección de moléculas biológicas, 2 para el levantamiento del terreno y la microscopía del suelo y 5 para detectar el crecimiento y multiplicación de microorganismos, después de amartizar, las baterías solares se apagaron y la potencia de los dispositivos y otras unidades se llevó a cabo utilizando un generador termoeléctrico que convirtió el calor de la desintegración del plutonio-238 en calor.



El 29-07-1976, Viking-1 se tomó la primera muestra del suelo marciano, que se colocó en una cámara de incubación llena de una muestra de la atmósfera marciana, así, por primera vez en la historia de la humanidad, la experiencia directa comenzó a descubrir la vida en otro planeta, en la primera cámara, se añadió a la muestra de suelo un medio nutriente que contenía compuestos orgánicos marcados con Carbono, tales como formiato, lactato, glicina, glucosa y compuestos orgánicos para su humectación, se suponía que con el crecimiento y multiplicación de microorganismos, los sustratos nutrientes se descompondrían para formar dióxido de Carbono, cuya radioactividad se determinaría por medio de un contador, la inesperada liberación muy intensa de dióxido de Carbono causó una tormenta de entusiasmo entre los científicos que realizaron el experimento, la asignación de gas -esto era exactamente lo que los científicos esperaban si Marte tenía vida y si las bacterias marcianas asimilaban nutrientes terrestres, pronto la cantidad de gas comenzó a disminuir rápidamente, y con ella también el entusiasmo de los científicos.

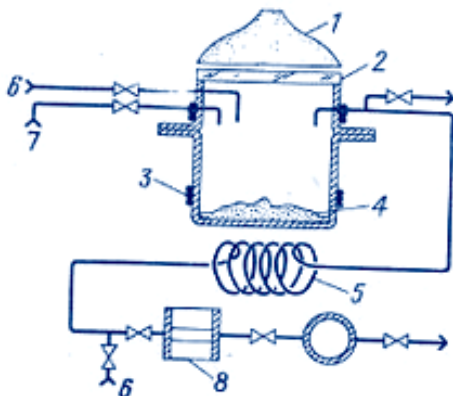


Cámara para registrar el dióxido de Carbono marcado liberado

- 1- Calentador eléctrico; 2- Filtro biológico; 3- Muestra de suelo;
- 4- Detector Carbono-14; 5- Entrada de gas; 6- Aporte de nutrientes.

Tres días más tarde, el líquido nutriente se añadió al suelo, causando radiactividad aumentando ligeramente al principio, y luego se redujo en un 30% y empezó a crecer un poco más, uno de los miembros del grupo que llevaba a cabo la investigación biológica, dijo "La evolución del gas duró más de lo habitual en las reacciones químicas, pero menos que en la actividad biológica de los microorganismos, así que estamos en el medio".

El Experimento Carbono-14 (C^{14}) de descomposición pirolítica, consistía en el hecho de que la cámara que contenía la muestra de suelo de Marte, administra más gases radioactivos marcados y vapor de H_2O , lo que sugería que si microorganismos en la muestra de suelo, asimilarían los gases etiquetados e incorporarían en la materia orgánica de la biomasa, después de varios días de incubación bajo los rayos de la lámpara de Xenón, que crea condiciones para la fotosíntesis, la muestra de suelo se pirolizó a $600^{\circ} C$, las sustancias orgánicas separadas en el catalizador volvieron al C^{14} , que se calculó contador de radiactividad.

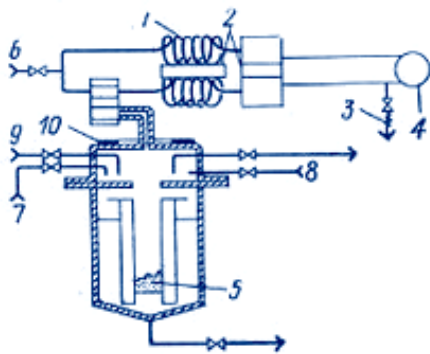


Cámara para el experimento de descomposición pirolítica

- 1- Fuente de luz; 2- Ventana; 3- Calentador; 4- Muestra de suelo
- 5- Tubo absorbente y calentador; 6- Entrada de gas
- 7- Entrada de dióxido de Carbono marcado y vapor de agua;
- 8- detector C^{14} .

Viking-1 transmitió una señal sobre la liberación de gas, cuya radioactividad era de 96 msv/min (un experimento similar con suelo estéril tomado en la Antártida dio una señal de 11-40 msv) parecía que los científicos tenían todas las razones para concluir que la vida en Marte existía, sin embargo, esta vez fueron más cautelosos en sus conclusiones y esperaron los resultados del tercer experimento por definición de intercambio de gases.

En el curso del experimento de intercambio de gases, la muestra de suelo marciano se humedeció mediante una composición compleja con un medio nutriente creando la descomposición de sus componentes para liberar diversos gases, se esperaba, extraer dióxido de Carbono, Metano, sulfuro de Hidrógeno, Hidrógeno, Amoníaco, óxidos de Nitrógeno del suelo marciano, después de la adición del medio nutriente al suelo, una liberación rápida del Oxígeno comenzó, excediendo el esperado (15 a 20 veces) como en el primer experimento, la intensidad de la liberación pronto disminuyó.

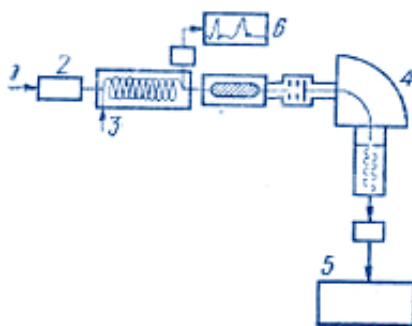


Cámara para la realización del experimento de intercambio gaseoso

- 1- Columna cromatográfica; 2- Ventana; 3- Reóstato; 4- Amortiguador
- 5- Muestra de suelo; 6- Inyección de Helio; 7- Entrada de Criptón
- 8- Aporte de nutrientes; 9- Entrada de gas; 10- Calentador.

No ocurrieron cambios en los próximos 7 días en la atmósfera de la cámara, el suelo se humedeció con un medio nutriente, pero la evolución de Oxígeno y el dióxido de Carbono fue significativamente menor que la primera vez, los científicos sugirieron que los fenómenos observados eran probablemente causados por sustancias inorgánicas contenidas en el suelo marciano, tampoco se excluía que en el suelo marciano haya cristales de peróxido de Hidrógeno, la complejidad de interpretar todos estos datos requería un experimento de control fiable, se planificó calentar la muestra de suelo a $+160^{\circ}\text{C}$ durante 3 hs, seguido de la adición de nutrientes a esta muestra. Como los microbios mueren cuando se calientan, no debían producirse cambios en la composición de la atmósfera de las cámaras experimentales, luego de añadir nutrientes a la muestra de suelo calcinada, se liberó dióxido de Carbono, que cesó abruptamente después de un tiempo (si esto sucediera con una muestra de suelo terrestre, los científicos podrían declarar categóricamente la presencia de organismos vivos).

El experimento sobre el análisis de la materia orgánica del suelo pudo aclarar la situación, pero no se encontró materia orgánica en el suelo marciano.

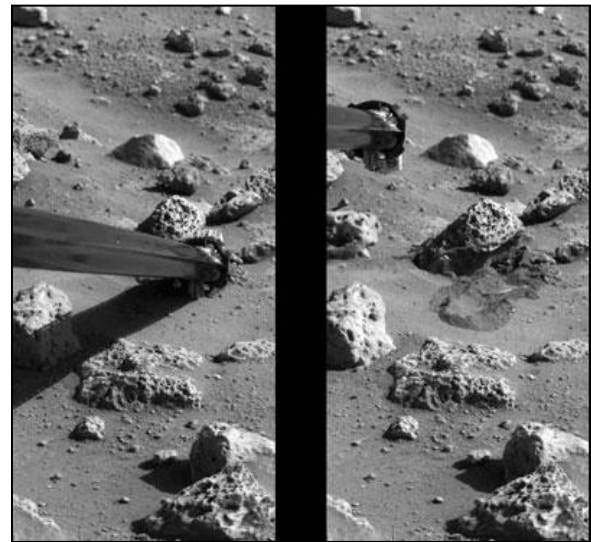
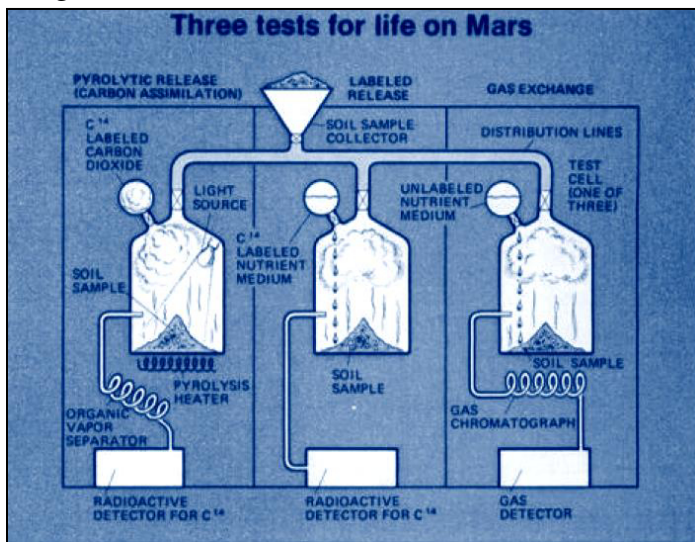


Dispositivo para detectar sustancias orgánicas en el suelo de Marte (Combinación de una cámara pirolítica, una columna de cromatografía de gases y un espectrómetro de masas)

- 1- Entrada de la muestra; 2- Cámara de combustión; 3- Toma en la columna cromática; 4- espectrómetro de masas, 5- unidad de registro del espectro de masas; 6- registro de lecturas cromatográficas.

¿Por qué no se encontraron sustancias orgánicas en la muestra de suelo de Marte? primero, porque no pueden estar allí, segundo, porque si lo son, son tan pequeños que el instrumento utilizado para este propósito (el espectrómetro de masas) de baja sensibilidad, podría no haber detectado sus huellas, también se sugiere que el trabajo del dispositivo podría ser evitado por una cantidad inesperadamente alta de H₂O, que estaba en el suelo de Marte y que enmascara la presencia de moléculas orgánicas.

El 25-11-1976, la conexión de la Tierra con los Viking se interrumpió temporalmente debido al paso de Marte a la sombra del Sol, después de que el planeta salió de la sombra y restauró la comunicación, las estaciones reanudaron (en enero de 1977) la plena aplicación de los experimentos científicos, durante toda la interrupción del trabajo (casi 3 meses) las muestras de suelo tomadas se mantuvieron en las cámaras de ensayo, se decidió mantener una de las muestras en el módulo de descenso Viking-2 durante 7 meses, pero los resultados transferidos por Viking-2 resultaron ser casi idénticos a los datos del Viking-1.



Los lander Viking no podían dar una respuesta definitiva acerca de la presencia de vida en el planeta y se decidió apagar los sistemas a bordo de los lander porque la investigación biológica no sería posible debido al cambio brusco de las condiciones climáticas en la superficie de Marte, se concluyó que como resultado del programa Viking, no fue posible detectar la vida en Marte, la información científica puede interpretarse como evidencia de la actividad vital de organismos microscópicos, o como resultado de reacciones químicas desconocidas para los científicos (la mayoría de los científicos se inclinaron a la segunda explicación, aunque no hay suficiente evidencia razonada para apoyarla), es posible que la vida en Marte se concentre en ciertos lugares y no en todas partes del planeta, escapando de los rayos UV, los microorganismos pueden estar en varios refugios, en relación con esto, se planeó que el dispositivo de recogida de muestras girara una roca situada cerca y luego tomar una muestra de la superficie desde debajo de ella, el hecho es que el lugar bajo la piedra durante millones de años ha sido protegido de los efectos de la radiación solar UV, este experimento terminó en vano; muchos científicos creen que la razón del fracaso en intentar descubrir la vida marciana reside en el geocentrismo de los experimentos establecidos en el Viking, los microbios marcianos pueden reaccionar a las condiciones que se les ofrecen de una manera completamente diferente de lo que los científicos estadounidenses supusieron, por ejemplo, la temperatura de incubación, es posible que las cámaras de prueba estén demasiado calientes (5° C) en comparación con la temperatura que prevalece en el planeta (-90° C) es posible que los microorganismos marcianos no puedan, usar agua líquida, una razón plausible para el fracaso de las Viking en su intento de encontrar vida en Marte, pueden existir en su suelo compuestos químicos (peróxidos ozónidos) que se destruyen en contacto con H₂O, liberando Oxígeno, este último oxida sustancias orgánicas con la formación de dióxido de Carbono, esas condiciones impiden la posibilidad de encontrar vida por los métodos que fueron adoptados.

Los principales componentes del suelo fueron Hierro, Calcio, Aluminio, Silicio y Azufre, el Titanio se encontró presente en pequeñas cantidades, estos resultados son con el supuesto de que la superficie marciana consiste en una mezcla de partículas de silicatos de grano fino y minerales de óxidos con una mezcla significativa de sulfatos (posiblemente hidratados), los óxidos de Hierro son el componente responsable del color rojizo de la superficie, si lo cubren granos de silicato, la capa debería ser muy delgada o discontinua, las características de los espectros indican una alta concentración de Hierro, un contenido relativamente bajo de Aluminio, Rubidio, Estroncio y Zirconio, y una alta concentración de Calcio, el procesamiento preliminar de los datos dio como resultado los siguientes valores de la concentración de peso relativo (%) Hierro 14 ± 2 ; Titanio <1 ; pequeñas cantidades de Estroncio, Rubidio y Zirconio en comparación con las rocas ígneas terrestres (esto indica que la muestra de suelo investigado comprende al menos en parte, productos de la meteorización) el Azufre está presente principalmente en forma de sulfatos (sulfato de Calcio, Magnesio, Hierro, o metales alcalinos) la capa de regolito superficial es dominada por una composición de Silicio y Hierro con un contenido sustancial de Magnesio, Aluminio, Azufre, Calcio y Titanio, se encontró una concentración de Silicio en forma de dióxido de Silicio en el área de amartizaje del Viking-1 en un $45 \pm 5\%$, los valores de concentración más altos ($60 \pm 10\%$) fue obtenido según espectroscopia IR orbital durante la tormenta global de polvo en 1971.

La recogida y análisis de muestras sucesivas de suelo llevaron a la conclusión de que la fracción de regolito fino cerca del lander en Chryse Planitia tiene adherencia mucho más fuerte que los análogos terrestres investigados en condiciones de laboratorio, la composición considerada del regolito marciano es más naturalmente interpretada como el resultado de la meteorización de rocas ígneas máficas (oscuras) en un modelo mineralógico sobre el regolito marciano dio que las partículas son una mezcla de aproximadamente 80% de arcilla rica en Hierro, aproximadamente 10% de sulfato de Magnesio, 5% de carbonato (calcita) y 5% de óxidos de Hierro (hematita, magnetita) la presencia de arcillas ricas en hierro significa que para su formación a partir de las rocas máficas en Marte, debe haber (o es) suficiente H_2O o hielo, la naturaleza máfica del componente finamente disperso del suelo, que tiene una distribución global, y las rocas que son la fuente de este componente, impide una diferenciación planetaria a gran escala, similar a la terrestre.

Después del aterrizaje del Viking-1, tres muestras de suelo fueron tomadas en los días marcianos (soles) 8, 14, 31 la muestra obtenida en el sol 8 es un material de grano fino (principalmente de una profundidad de 4-6 cm) mezclado con el material superficial (su fracción no excede el 10%) la muestra, referente al sol 14, era casi idéntica y por lo tanto no fue analizada, la muestra del sol 31 se tomó a una distancia de aproximadamente 3 m del sitio de la primera muestra y consta predominantemente del material granular de la superficie, el análisis de ambas muestras no reveló componentes orgánicos en cantidades superiores a varias partes por billón, cuando se calentaron a 350 y 500° C, se liberaron cantidades apreciables de H_2O (0,1 a 1%) que aparentemente era una parte integral de los hidratos de los minerales, sin dióxido de Azufre, sin Azufre libre y sin sulfuro de Hidrógeno, los resultados obtenidos excluyen la posibilidad de cualquier proceso moderno eficiente que produzca componentes orgánicos (por supuesto, la generalidad de tal producción está limitada por la fragmentación del análisis).

El lander Viking-1 funcionó muy bien, solo hubo problemas con el sismómetro que no quería salir de su alojamiento y un pasador de seguridad del brazo de excavación que no podía soltarse (tomó 5 días solucionarlo) se perdió el contacto el 13-11-1982 por una antena parabólica que ya no podía moverse, el lander fue denominado Estación Conmemorativa Thomas Mutch, en honor al líder del equipo de fotografía de la misión.

El lander Viking-2 se apagó el 11-04-1980, cuando sus baterías se agotaron.





Noticias

Día internacional de la observación lunar

El 5-10-2019, con el auspicio de la Liga Iberoamericana de Astronomía (LIADA) y la colaboración del Centro de Observadores del Espacio (CODE) de Santa Fe; la Sociedad Lunar Argentina (SLA) realizó observaciones telescópicas de manera gratuita para el público en general en la Plaza 1° de Mayo de Paraná, Entre Ríos; siendo un evento avalado mundialmente por la agencia espacial estadounidense NASA e invitando a las personas a distintos lugares de observación alrededor del mundo.

Cabe destacar que al ser la Luna el cuerpo más cercano a nuestro planeta y debido a su luminosidad (al igual que Venus, Júpiter y Saturno) se los puede ver en óptimas condiciones desde centros urbanos con binoculares y telescopios, ya que la polución lumínica en estos casos no molesta, sólo los objetos del espacio lejano (planetas mas alejados, galaxias, cometas, nebulosas, etc.) requieren de equipos ópticos mas adecuados a observaciones desde zonas oscuras y despejadas o desde observatorios dedicados a tales estudios, en este caso fueron observaciones de la Luna y Júpiter desde la plaza central de la ciudad, congregando una gran cantidad de público que se deleitó con dichas observaciones y explicaciones sobre los objetos observados.





Compartiendo la pasión por la astronáutica, el espacio y la aviación estamos en

Cometaria <https://cometasentrerios.blogspot.com>

Argentina en el espacio <http://argentinaenelespacio.blogspot.com/>



Libros, Revistas, Intereses <http://thedoctorwho1967.blogspot.com/>

Archivo Histórico de Revistas Argentinas www.ahira.com.ar



Biblioteca Instituto Nacional de Derecho Aeronáutico y Espacial (INDAE), F. A. A.

Estación Vientos del Sur <http://vientosdelsurestacion.blogspot.com/>

Sociedad Lunar Argentina <https://sites.google.com/site/slasociedadlunarargentina/>



Fuentes de información y fotos vertidas en la publicación

Beyond Apollo, Voyager-Mars Project, wired.

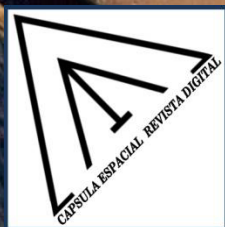
National Aeronautics and Space Administration (NASA.)

Jet Propulsion Lab. (JPL).

Viking Project Bulletin.

Viking Mission, Wikipedia, encyclopedia virtual.





CAPSULA ESPACIAL
capsula-espacial.blogspot.com